VOL. LXXII (DEGLI ATTI) **Dicembre 1968** Supplemento al **N. 12**

L'ELETTROTECNICA

RIVISTA DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SUPPLEMENTO - ATTI DELLA AEI E DEL CEI

Collaboratori: *L. Arzone - A. Bandini Buti - A. Greselin - G. Ricca - A. Spreafico - C. Volpi*

SOMMARIO

Articoli:

Infortunistica da elettricità, prevenzione, educazione alla sicurezza - A. Spreafico . . . . . 137 S

Notizie sociali dell'AEI:

Relazioni presentate dai Relatori Speciali alla LXIX Riunione Annuale . . . . . 140 S

INFORTUNISTICA DA ELETTRICITÀ, PREVENZIONE, EDUCAZIONE ALLA SICUREZZA

L'autore, dopo di aver riportato alcuni dati sull'infortunistica mortale da elettricità, richiama Leggi, normative, organizzazioni, attività che riguardano la sicurezza nel settore in relazione alle cause ricorrenti di infortunio.

In Italia nel 1964, secondo i dati dell'Annuario Statistico Sanitario edizione 1967, si sono avuti 537 infortuni mortali da elettrocuzione, dei quali, in base alle statistiche dell'INAIL, un quarto circa sono intervenuti nel settore del lavoro. Sempre nell'anno 1964 gli infortuni mortali sul lavoro dovuti a diverse cause sono stati 3 963, quelli per incidenti del traffico 9 694 e quelli domestici 6 003 (dati desunti da fonti diverse).

Pertanto, pur senza voler dare un valore assoluto alle cifre esposte, l'infortunistica mortale per cause elettriche appare molto più grave nel settore domestico che in quello del lavoro, ed è di entità ridotta rispetto a quella domestica per ogni causa ed a quella, la più preoccupante, dovuta ad incidenti del traffico.

L'indursi a trascurare il fenomeno infortunistico da elettricità per il solo confronto dei dati di cui sopra rappresenta un errore sia sotto l'aspetto umano sia sotto quello logico, perchè bisogna combattere l'infortunistica in ogni settore e perchè quello che oggi è meno preoccupante, domani lo può divenire. È doveroso pertanto indagare sulle cause di infortunio da elettricità per prevenirle e combatterle nel modo più efficace.

È noto che un'intensità di corrente elettrica di circa 20 mA, specie nella corrente alternata a bassa frequenza, che attraversi il corpo umano per qualche decimo di secondo, è già molto pericolosa, soprattutto quando il percorso interessa organi vitali, come il cuore e i polmoni. Dato che la resistenza di superficie del corpo umano è ampiamente variabile, e quella interna si calcola da 500 a 1 000 Ω, il limite della tensione pericolosa è stato tenuto prudenzialmente a 25 V. Questo valore di tensione viene imposto obbligatoriamente per alcune condizioni di ambiente e può venire convenientemente adottato in alcune utilizzazioni; ma ragioni tecniche ed economiche hanno dato uno sviluppo enormemente più esteso alla così detta bassa tensione, il sistema di I categoria, ed a quelli meno estesi, ma più preoccupanti, sotto il punto di vista della pericolosità, di II e di III categoria. Quindi si può dire che praticamente dove esiste elettricità allo stato potenziale vi sono condizioni di pericolo. Ma è la natura dell'elettricità che è particolarmente insidiosa, perchè normalmente non ha manifestazioni spontaneamente apparenti, per cui il pericolo da elettricità, e non a torto, è stato chiamato il pericolo nascosto.

In alcune situazioni detto pericolo è persino insospettabile perchè entrare in un bagno, aprire un rubinetto, toccare un termosifone od una struttura metallica qualsiasi, dove nulla di elettrico è apparente, non dovrebbe essere pericoloso. Però non è sempre così, perchè nella maggioranza dei casi si è di fronte a pericoli evidenti per il cattivo stato di impianti o di attrezzature, oppure per fattori soggettivi, come l'imprudenza sia essa cosciente od incosciente e non colpevole, come quella dei bambini. Nella casa non c'è più solamente il famigerato ferro da stiro della potenza di poche centinaia di watt, col cordone spellato e bruciacchiato da stirature fuori zona; ma c'è il boiler, l'aspirapolvere, la lavatrice, il frullatore, il macinino, ed eventualmente il lavastoviglie ed il condizionatore d'aria, ed il tutto forse ancora sotto un contatore di portata insufficiente o per una promiscua inadeguata. E poi ci sono le prese di corrente con gli adattatori perchè la spina per la corrente industriale non entra nella presa per la luce. Qualche volta c'è perfino il contrario con malcostrutti riduttori, e questo è il meno; in compenso ci sono le comodissime spine multiple che, quando l'interruttore automatico non scatta, alimentano la lampada da scrittoio, il televisore ed il radiatore elettrico d'emergenza, magari a spire

nude, perchè fa freddo e tardano ad accendere i caloriferi.

Si deve però anche dire che vi sono impianti elettrici ben fatti e ben mantenuti, sia nel settore civile sia in quello industriale; ma essi invecchiano sicchè, particolarmente nell'industria, le necessità di modifiche e di ampliamenti sono continue, tanto da aver dato notevole sviluppo a sistemi di distribuzione interna predisposti per essere modificabili e ricuperabili, come quelli a blindosbarre. Gli impianti provvisori, come quelli dei cantieri per edilizia, messe a terra incluse, non sempre sono realizzati secondo le norme della buona tecnica. Ma l'incidenza più grande dell'infortunistica da elettricità è data pur sempre dall'imprudenza. Nella casa la tendenza a voler fare l'elettricista per aggiungere un'urgente derivazione all'impianto, per riparare il ferro da stiro, o anche semplicemente per cambiare una lampadina bruciata che di solito ha il portalampade non normale, è l'occasione per prendere la scossa come comunemente si dice, o per correre un gravissimo rischio come si dovrebbe invece dire.

Va poi segnalata l'imprudenza incosciente e non colpevole, quella dei bambini, che tutto toccano, tutto mettono in bocca, dimostrando una attrazione speciale per gli alveoli delle prese di corrente. Nel settore del lavoro, nell'industria, fra gli stessi addetti allo specifico settore elettrico, dove operano esperti, il fattore imprudenza è derivato spesso dall'abitudine o meglio dalla cattiva abitudine.

Ciò che è maggiormente preoccupante è il fatto che alcuni tipi di infortuni da elettricità si ripetono continuamente, come la cronaca dei giornali anche attualmente ci attesta, quali le elettrocuzioni nell'uso di lampade portatili in cantina, nelle stalle od in luoghi comunque umidi; nei cantieri edili nell'uso delle betoniere o durante il loro incauto spostamento col cavo attaccato, o per contatto di linee aeree con gru semoventi o con scale aeree, o con elementi metallici di ponteggi in corso di installazione o di smontaggio.

Gli infortuni dovuti a queste ultime cause sono fra i più gravi, perchè solitamente multipli e mortali.

Per contenere il triste fenomeno molte sono le disposizioni di legge o le iniziative di buona tecnica od infine di educazione alla sicurezza. Nel campo del lavoro le *Norme generali per la prevenzione degli infortuni sul lavoro* di cui al D.P.R. n. 547 del 27 aprile 1965 dedicano alla sicurezza contro l'infortunistica da elettricità il Titolo VII. Questo, dopo disposizioni di carattere generale, prende in considerazione le protezioni contro il contatto accidentale, contro le sovratensioni, i sovraccarichi di corrente e le scariche atmosferiche; le apparecchiature elettriche; le macchine; gli impianti di illuminazione; gli apparecchi mobili e portatili; le linee di contatto; i collegamenti elettrici a terra; le installazioni elettriche in luoghi pericolosi; gli schemi.

Anche le *Norme generali per l'igiene sul lavoro* (D.P.R. n. 302) e quelle integrative (D.P.R. n. 164, n. 320, n. 321, n. 322, n. 323, n. 128) hanno riferimenti a particolari pericoli da elettricità.

Non si può dire che, per quanto riguarda il settore del lavoro, la Legge sia carente. Il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale attraverso l'Ispettorato del Lavoro dispone di un organo di controllo con facoltà cogente ed alle ingiunzioni ripetute e non eseguite segue la contravvenzione ed il decreto penale con serie conseguenze.

Alcune obiezioni fatte su qualche articolo non conforme alla tecnica moderna — in un campo dove lo sviluppo è particolarmente rapido e continuo — attraverso logiche interpretazioni o decreti integrativi si possono dire superate: in ogni caso sarebbe assai opinabile il dire che abbiano influito inadeguatamente sulla sicurezza.

Le leggi sono sempre previste per avere una notevole durata. In relazione al progresso rapidissimo di alcuni settori della tecnica potrebbe essere auspicabile che contenessero solo principi fondamentali; mentre i conseguenti regolamenti applicativi dovrebbero seguire la legge con ogni sollecitudine in ordine di tempo e permettere l'aggiornamento attraverso forme meno complesse dell'iter parlamentare. Sono grossi problemi che interessano particolarmente il settore tecnico e che dovranno col tempo avere adeguate soluzioni.

Collabora col Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, con particolare riferimento all'Ispettorato del Lavoro, l'E.N.P.I. per quanto riguarda la consulenza, l'interpretazione, l'estensione della conoscenza e lo studio di quanto riflette la sicurezza sul lavoro, specie nel settore dell'infortunistica da elettricità.

Con Decreto Ministeriale del 22-2-1965 è stato affidato all'E.N.P.I. il controllo degli impianti di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche nel settore del lavoro ed in generale dove presti la sua opera personale subordinato.

Il sistema protettivo contro le tensioni di contatto a norma del D.P.R. 547 e secondo le norme del CEI è la messa a terra delle parti metalliche che possono venire in tensione.

Possono essere adottati interruttori con relè differenziali ed interruttori con relè di tensione. Questi ultimi sistemi non prescindono dall'utilizzazione della terra, anche per i relè differenziali a sensibilità fisiologica, sui quali si fondano molte speranze nel campo delle basse tensioni, specie nel settore civile, e questo vincolo, è mantenuto sia nella normativa nazionale sia in genere in quella estera.

Per ora la messa a terra delle parti metalliche che possono accidentalmente venire in tensione è la norma base di sicurezza, anche se altri schemi sono stati oggetto di proposte di legge.

Di qui l'importanza del controllo degli impianti di terra, servizio affidato all'E.N.P.I. in modo impegnativo e che importa un numero ingente di verifiche periodiche di controllo (1), essendo ammesso per legge che il collaudo di prima installazione possa essere effettuato dall'utente o da organi tecnici dallo stesso dipendenti.

Per quanto riguarda la sicurezza nel campo civile dove l'infortunistica da elettricità, specie per il doloroso contributo di quella infantile, è più grave, si deve ricordare che le norme del CEI riguardano tutti i settori, da quello industriale a quello civile con particolari specificazioni. Attualmente dette norme hanno poi assunto una particolare importanza a opera di recenti disposizioni legislative.

Col D.P.R. n. 822 del 2 luglio 1967 il CEI è stato riconosciuto come personalità giuridica, mentre prima era solo un organo del Consiglio Nazionale delle Ricerche con il compito di emanare norme nel settore elettrotecnico. L'1 marzo 1968 veniva promulgata la Legge n. 186: Disposizioni concernenti la produzione, i materiali, le apparecchiatu-

(1) Nell'anno 1967 sono state eseguite 29 815 prime verifiche e 17 364 verifiche successive.

re, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici. Detta Legge si compone di due articoli: il primo dice che quanto sopra elencato deve essere realizzato a regola d'arte, il secondo dice che tale requisito è soddisfatto dalla rispondenza alle norme del CEI.

Con questa Legge le norme del CEI hanno valore giuridico: in campo nazionale contribuiranno alla sicurezza nel modo più efficace con costante adeguamento al progresso tecnico; in campo internazionale daranno le migliori garanzie sul prodotto italiano, specie per quanto riguarda l'esportazione degli elettrodomestici già tanto affermata, assicurando la loro rispondenza alla normativa anche estera più aggiornata.

In relazione al fatto che alcune norme del CEI erano già state approvate con apposite leggi, come quelle riflettenti le linee elettriche esterne e quelle relative agli Impianti elettrici negli edifici monumentali, si è pensato che la nuova legge venisse a sostituire il D.P.R. 547 per il settore elettrico e si sono presentati altri interrogativi, che troveranno la loro risposta da un regolamento applicativo o dalle interpretazioni dei Ministeri interessati. Sembra logico il procedere per gradi, perchè la normativa del CEI è estesa, contemplando moltissimi settori delle realizzazioni elettriche, tanto da essere contenuta in oltre cento fascicoli, per cui il rispetto in forma coattiva, come lo è per le principali norme di sicurezza per la tutela dei lavoratori, potrebbe essere dannoso perchè potrebbe cristallizzare una situazione e rendere difficile seguire gli sviluppi della tecnica.

Sotto il profilo giuridico mentre prima l'esecuzione di impianti e di apparecchi a regola d'arte era da dimostrarsi sulla base di criteri di carattere generale, oggi resta ben fissata attraverso la rispondenza alle norme del CEI. Se poi si pensa che il CEI con la sua partecipazione ai lavori dell'*International Electrotechnical Commission* (*I.E.C.*), della *International Commission of Rules for the Approval of Electrical Equipment* (*C.E.El.*), *del Comité Européen de Coordination de Normes Electriques de la Comunauté* (*CENELCOM*) organo del *Mercato Comune Europeo* (*M.E.C.*), uniforma sempre più le proprie norme a quelle internazionali o di importantissimi raggruppamenti nazionali, tanto da riportarle anche nella loro forma integrale per materia e modo redazionale, si deve senz'altro rilevare che attraverso il riconoscimento e la valorizzazione legale del CEI si è fatto un grandissimo passo verso la sicurezza con la tecnica più aggiornata. Ed è qui doveroso ed indispensabile citare l'Istituto del Marchio di Qualità (I.M.Q.), organismo istituito nel 1951 e successivamente riconosciuto dal CNR nel 1952, ed al quale partecipa in forma attiva e diretta la Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana (AEI).

Alla normativa di Legge od avente forza di Legge per la sicurezza nel campo elettrico, che è stata ricordata ed alla quale sono da aggiungere altre Leggi che riguardano il Ministero degli Interni e la difesa contro l'incendio, si debbono mettere in rilievo altre iniziative che contribuiscono a contenere il fenomeno infortunistico e che mirano alla formazione della coscienza antinfortunistica. Fra queste sono da annoverare l'istituzione dell'Albo delle ditte installatrici qualificate per l'esecuzione degli impianti elettrici (ALBIQUAL), i convegni ed i corsi per la sicurezza, le trasmissioni per radio e per televisione ad opera soprattutto dell'E.N.P.I., la stampa tecnica ed alcuni periodici di carattere aziendale.

L'ALBIQUAL è stato istituito nell'anno 1958 ad opera del CEI, dell'Edison Volta, dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano, dell'Assistal, dell'I.M.Q., e di alcune associazioni milanesi.

L'iscrizione all'Albo, attraverso l'accertata rispondenza dei necessari requisiti morali e tecnici, tende a mettere ordine in questa vastissima categoria di lavoratori, che va dal semplice artigiano, necessario nelle piccole comunità, al complesso di carattere industriale, e mira ad una doverosa ed utile selezione della categoria.

Per quanto riguarda i convegni si deve ricordare soprattutto l'opera dell'E.N.P.I.: in queste manifestazioni, qualunque sia stato il settore di attività preso in considerazione, il problema della difesa dai pericoli di elettricità è stato sempre trattato con evidenza e si sono tenuti in merito anche convegni specifici. Non sono da dimenticare in tema di sicurezza i convegni tenuti dalla Confindustria, dalla Assolombarda anche recentemente, ed altri ad iniziativa di sindacati di categoria.

Quanto ai corsi antinfortunistici per il settore elettrico quest'anno ne sono stati tenuti dalla Sede di Milano dell'E.N.P.I., tre che hanno avuto notevole successo e larghe e qualificate presenze. Anche per i corsi l'iniziativa degli industriali è attiva, soprattutto per la qualificazione delle maestranze. Le organizzazioni per la sicurezza, come i Comitati per la sicurezza promossi dall'E.N.P.I. nell'ambito del *Centro Italiani Addetti alla Sicurezza* (*C.I.A.S.*), o a quelli creati presso grandi complessi industriali che controllano l'infortunistica aziendale, hanno sempre dato rilievo ai problemi inerenti al settore elettrico. Queste attività sono tenute in particolare considerazione dai Ministeri interessati, che sono sempre rappresentati nelle principali manifestazioni. Il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale ha promosso direttamente riunioni provinciali per la sicurezza.

L'opera divulgativa per la sicurezza sia sul lavoro che in campo civile a mezzo radio, televisione, cinema, opuscoli, stampa, viene svolta soprattutto dall'E.N.P.I.; ma sembra il caso di ricordare le passate iniziative della Società Edison, con una riuscita pubblicazione periodica, con la noticina antinfortunistica, distribuita gratuitamente a tutti gli utenti, oltre ad utilissimi volantini sul corretto uso degli elettrodomestici più usati. I giornaletti aziendali di grandi complessi industriali o di grandi aziende e per citarne qualcuno a titolo di esempio « Fatti e Notizie » della società Pirelli, « Selezionando » ed i « Notiziari di zona » della S.I.P., « Conversazioni » della Società Dalmine, riportano con frequenza note per la sicurezza e gli esiti di concorsi antinfortunistici.

Queste iniziative hanno una notevole efficacia e concorrono alla formazione della coscienza antinfortunistica e debbono avere nella graduatoria per la lotta contro l'infortunio il loro posto, perchè è indispensabile far rispettare la Legge e punire quando questa è trasgredita; ma è molto utile farla conoscere e farla accettare con persuasione. Ciò è particolarmente conforme allo spirito del nostro popolo e psicologicamente assai utile.

Nel terminare questa succinta rassegna sull'infortunistica in Italia nel settore elettrico e su quanto si fa per combatterla, osserviamo che, se malgrado l'enorme diffusione, avvenuta in questi ultimi anni, delle applicazioni elettriche, specie nel settore domestico, la situazione infortunistica non è corrispondentemente peggiorata, si deve pensare che quanto è stato fatto per contenerla ha avuto i suoi risultati, e ciò deve spronare a persistere e ad estendere, coordinare e migliorare le iniziative.

A. Spreafico

NOTIZIE SOCIALI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

AEI

RELAZIONI PRESENTATE DAI RELATORI SPECIALI ALLA LXIX RIUNIONE ANNUALE

Nel numero precedente del Supplemento abbiamo pubblicato la Cronaca della Riunione. In essa, nel resoconto delle sedute tecniche, viene fatto riferimento alle Relazioni dei Relatori Speciali nominati per i vari gruppi nei quali erano state suddivise le Memorie.

Per non ingrossare eccessivamente la mole del Supplemento precedente non si sono in esso inseriti anche i testi delle Relazioni Speciali. Le riportiamo ora qui di seguito, suddividendole secondo quanto è stato fatto dai Relatori nella loro esposizione durante le sedute.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo b): *Protezioni dalle sovratensioni e dalle sovracorrenti; stato del neutro nelle reti a MT (sovratensioni, coordinamento isolamento, protezioni contro i corto circuiti e guasti, stato del neutro)*

Relatore: G. CANTARELLA

ALLEGATO A1

« Le prime otto memorie del gruppo *b*) riguardano tre degli aspetti particolari del tema, e cioè: protezione delle reti di distribuzione contro le correnti di guasto, apparecchiature di protezione contro le sovracorrenti, sovratensioni.

« Sotto il primo aspetto, protezione delle reti di distribuzione contro le correnti di guasto, possono essere individuate cinque memorie, che propongo di suddividere per la discussione in una terna e una coppia, come segue:

A.b.01 MAGAGNOLI U. - MEDVED V. - VITALI G.: *Funzionamento delle protezioni distanziometriche su reti ad A.T. di distribuzione con neutro a terra tramite resistenza.*

A.b.02 MERCÙ P.: *Protezione differenziale in reti di distribuzione elettrica cittadina.*

A.b.07 GAMBARELLI L.: *Dispositivo contaguasti accoppiato a un sezionatore sottocarico di manovra per reti a MT radiali.*

quindi:

A.b.08 BARICH G. - CASTELLANI A.: *L'impiego delle protezioni elettroniche nelle reti a MT: caratteristiche e nuove possibilità di esercizio.*

A.b.03 COSTA R. - PEZZOLI F.: *Protezioni distanziometriche di tipo elettronico e protezione delle sbarre collettrici degli impianti di media tensione.*

« Trattano delle apparecchiature di protezione contro le sovracorrenti le due memorie:

A.b.04 CONSERVA C.: *Criteri di scelta delle apparecchiature di protezione dal corto circuito in media e bassa tensione.*

A.b.05 BOSSI A. - FORMICA A.: *Comportamento dei fusibili per media tensione nel campo di intervento intorno alla minima corrente di fusione.*

« Un particolare problema di sovratensioni viene affrontato infine nell'ottava memoria:

A.b.06 DELLERA L. - FORMICA A.: *Le sollecitazioni di scaricatori a seguito di interventi di fusibili nelle reti a media tensione.*

« In considerazione del fatto che gli argomenti trattati hanno carattere alquanto specifico, riferirò separatamente su ogni memoria.

« MAGAGNOLI, MEDVED e VITALI nella *memoria* A.b.01 prendono in esame alcuni dei problemi connessi con l'evoluzione dei sistemi di trasmissione dell'energia in sistemi di distribuzione primaria.

« Essi si riferiscono alla rete a 145 kV, le cui funzioni originarie di sola trasmissione si stanno gradualmente trasformando in quelle di distribuzione primaria.

« Le considerazioni svolte sono basate su due schemi di rete con strutture a quadrilatero e ad esagono alimentate in due punti mediante trasformatori a 245 o 420 kV.

« Per limitare la corrente di guasto a terra, trattandosi di reti che possono estendersi in aree altamente popolate, si prevede la messa a terra tramite resistenza dei neutri dei trasformatori di alimentazione.

« Ciò premesso gli autori analizzano il sistema di protezione contro i guasti di corto circuito e a terra, ravvisando nel sistema di protezione a distanza quello più adatto, sulla base di considerazioni di natura tecnico-economica.

« Le protezioni a distanza esaminate sono quelle ad impedenza, ad ammettenza e a reattanza ad un solo elemento di misura, in esercizio sulla rete Enel da alcuni anni.

« Nell'analisi del comportamento del sistema di protezioni contro i guasti di corto circuito e a terra vengono ordinatamente considerate: l'influenza della messa a terra del neutro tramite resistenze, le limitazioni imposte dalle caratteristiche costruttive delle protezioni con riferimento all'avviamento delle protezioni stesse, alla loro precisione e sensibilità, la lunghezza minima delle linee che si ritiene di poter proteggere, gli eventuali interventi intempestivi.

« Gli autori pervengono alle seguenti conclusioni, che ritengo possano offrire interessanti spunti di discussione:

— nelle reti esaminate l'effetto delle correnti capacitive non altera la selettività di intervento delle protezioni a distanza, se la rete è messa a terra tramite resistenze che limitino la corrente di corto circuito monofase a terra intorno a 2 000 A;

— le protezioni non devono essere corredate da relè di avviamento a massima corrente, ma da relè a minima impedenza se si vuole assicurare l'intervento per correnti di guasto monofase a terra aventi valore dell'ordine di quella di carico della linea;

— la precisione della caratteristica di intervento tempo-distanza, garantita dai costruttori delle protezioni, è soddisfatta dalla protezione ad impedenza anche per valori di corrente inferiori alla corrente nominale, mentre è soddisfatta dalle protezioni ad ammettenza e reattanza soltanto per valori di corrente superiori al valore nominale;

— la sensibilità dei tre tipi di protezione assicura l'intervento, sia pure con modalità diverse, anche per guasti monofasi o polifasi in prossimità del loro punto di installazione;

— la lunghezza minima delle linee che si ritiene di poter proteggere, tenuto conto del campo di taratura delle protezioni, risulta variabile tra 1,5 e 3 km per le protezioni ad impedenza e tra 6 e 12 km per quelle ad ammettenza e rattanza; ma se si mette in conto l'influenza della resistenza di guasto le protezioni ad im-

pedenza e ad ammettenza non assicurano sempre la necessaria selettività per linee molto corte, selettività che è invece assicurata dalla protezione a reattanza,

— per quanto riguarda infine la possibilità di interventi intempestivi le protezioni ad impedenza e ad ammettenza risultano ad essa soggette per guasti a monte della protezione, mentre non lo è la protezione a reattanza.

« Potrebbe anche essere interessante conoscere se le conclusioni a cui sono pervenuti gli autori hanno avuto un seguito di applicazione pratica a reti di distribuzione.

« La *memoria* A.b.02 di Mercù si presenta come una trattazione dettagliata e diffusa di diversi tipi di protezioni differenziali proposti dalla Siemens per reti di distribuzione in generale e per reti di distribuzione cittadina in particolare, per cui non sembra agevole segnalare argomenti di discussione di carattere generale.

« È da ritenere, però, che spunti di discussione possano derivare da richieste di approfondimento di taluni dei punti esposti.

« Nelle reti di distribuzione radiali a media tensione, che alimentano utenze importanti per impegno di potenza e continuità di servizio e utenze meno importanti, così come nelle reti molto estese con rami che servono zone a scarsa densità di carico in aree soggette a elevate probabilità di guasto, il problema della selettività assume particolare rilievo.

« Risulta oltremodo necessario adottare provvedimenti adeguati al fine di evitare che il verificarsi di guasti nella parte di rete meno importante possa influenzare negativamente il resto della rete.

« Nella *memoria* A.b.07, Gambarelli, dopo aver premesso alcune considerazioni relativamente alle soluzioni che possono essere prospettate, descrive una soluzione basata sull'adozione di semplici sezionatori sottocarico da installare all'inizio delle derivazioni che si vogliono escludere in caso di guasto.

« I sezionatori sono a manovra manuale in chiusura e manovra automatica in apertura. La manovra automatica in apertura è comandata da particolari "relè contaguasti", descritti dettagliatamente, la cui funzione è quella di determinare l'apertura a vuoto del sezionatore in caso di corto circuito o di guasto a terra a valle del selezionatore stesso.

« Ciò è possibile perchè le cose sono predisposte in modo che la corrente dovuta al guasto venga interrotta dall'interruttore della cabina primaria a sezionatore chiuso; inoltre per evitare disservizi in caso che si tratti di guasti di natura transitoria il selezionatore attenderà ad intervenire fino a che l'interruttore della cabina primaria abbia tentato la richiusura e si sia riaperto per il permanere del guasto: l'interruttore della cabina rimarrà aperto per il tempo necessario e che il relè contaguasti faccia intervenire in apertura a vuoto il sezionatore.

« L'interruttore in cabina eseguirà quindi una seconda chiusura e tutta la linea rientrerà in servizio ad eccezione della derivazione guasta.

« La rete si avvantaggia del beneficio dell'autorichiusura e risulta subito individuato il tronco guasto da riparare.

« L'autore accenna a buoni risultati ottenuti nell'esercizio di 40 sezionatori già applicati e probabilmente potrà aggiungere altre notizie al riguardo.

« Egli dà notizia infine di uno studio iniziato per realizzare una applicazione analoga di sezionatori all'esterno direttamente su palo auspicando all'uopo l'interesse dei costruttori.

« Potrebbe perciò essere utile, tra l'altro, esamniare i dati per la specificazione dei sezionatori con particolare riferimento alla corrente di corto circuito di breve durata e al potere di chiusura nominali.

ALLEGATO A2

« La *memoria* A.b.08 di Barich e Castellani richiama le possibilità offerte oggi dalla tecnica elettronica nella soluzione di particolari problemi di protezione contro guasti in reti di distribuzione a media tensione.

« Gli autori illustrano dettagliatamente le principali caratteristiche di relè a massima corrente e di relè direzionali per la protezione contro guasti a terra nella realizzazione elettronica.

« Con riferimento all'applicazione dei relè a massima corrente su reti radiali semplici, ossia su reti alimentate in un solo punto, o su reti più complesse in abbinamento a relè direzionali, i relè elettronici offrono vantaggi rispetto agli analoghi relè di tipo tradizionale.

« I vantaggi indicati si estendono della rapidità di intervento, che rende possibile selezionare il guasto su un numero maggiore di tronchi di linea e comporta la riduzione delle sollecitazioni elettrodinamiche e termiche degli elementi di impianto soggetti al guasto, alle migliori caratteristiche di stabilità e ripetibilità dei tempi di intervento e di ripristino.

« Con riguardo ai relè per la protezione contro i guasti a terra viene posta in evidenza principalmente la maggiore sensibilità, che nella protezione varmetrica può raggiungere valori eccedenti la richiesta.

« Ritengo che possa essere utile conoscere i risultati dell'esperienza di esercizio e qualche notizia sull'affidabilità nel tempo dei relè in oggetto.

« Ancora sui vantaggi che può offrire la tecnica elettronica nella progettazione e costruzione dei dispositivi per la protezione contro i guasti nelle reti di distribuzione riferiscono Costa e Pezzoli nella *memoria* A.b.03.

« Essi descrivono relè proposti dalla Brown-Boveri per la protezione delle reti magliate, delle reti radiali e dei sistemi di sbarre.

« Per le reti magliate si tratta di relè elettronici differenziali, derivati da quelli previsti per la protezione dei generatori e trasformatori, e di relè a distanza di tipo elettromeccanico.

« Per le reti radiali si tratta di relè elettronici a massima corrente accoppiati con relè direzionali. I vantaggi indicati riguardano la possibilità di ottenere tempi di intervento molto brevi, l'insensibilità all'umidità, alla polvere, alle vibrazioni e alle variazioni di temperatura comprese tra — 20 °C e +55 °C, l'ingombro e consumo ridotto.

« Per la protezione dei sistemi di sbarre di stazioni a media e ad alta tensione con neutro isolato o connesso rigidamente a terra, gli autori descrivono in dettaglio il funzionamento di un dispositivo, che, utilizzando componenti elettronici, permette di soddisfare i requisiti di rapidità d'intervento, di selettività, di sicurezza di funzionamento, di adattabilità a modifiche e ampliamenti del sistema di sbarre da proteggere, di possibilità di verifica delle condizioni di funzionamento del dispositivo stesso, richiamati come fondamentali per la protezione dei sistemi di sbarre.

« Gli autori dichiarano infine che l'esperienza di oltre due anni d'esercizio ha confermato la bontà della soluzione prospettata.

« È auspicabile che la memoria possa stimolare altri costruttori a illustrare orientamenti e criteri seguiti e risultati conseguiti.

ALLEGATO A3

« La *memoria* A.b.04 di Conserva prende in esame le apparecchiature di protezione contro corto circuito, per reti alimentate in media o in bassa tensione, sia sotto l'aspetto del loro modo caratteristico di operare, sia per quanto riguarda i criteri che possono orientare la scelta delle apparecchiature stesse.

« Le apparecchiature di protezione considerate sono: interruttori automatici, fusibili, e apparecchiature risultanti dalla combinazione di interruttori automatici o di manovra con fusibili.

« Le modalità di funzionamento in condizioni di corto circuito vengono analizzate nei riflessi della limitazione conseguibile per le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche dell'impianto protetto.

« I criteri di scelta delle apparecchiature di protezione vengono discussi con riferimento alla massima corrente presunta di corto circuito del punto di applicazione, all'attitudine degli elementi del circuito a sopportare sollecitazioni termiche e meccaniche, alle esigenze del servizio ordinario, al valore del carico reale, e, infine, nei riflessi dei costi di acquisto e di manutenzione.

« Ritengo che possa essere utile fermare l'attenzione, tra l'altro, sul problema dei costi, a proposito del quale i costruttori e gli utenti presenti potrebbero scambiare interessanti punti di vista.

« La *memoria* A.b.05 di Bossi e Formica riguarda le modalità di prova dei fusibili per media tensione nel rango di correnti poco superiori alla corrente minima di fusione. Premesso che i fusibili per il loro modo caratteristico di operare sono più adatti alla protezione contro corto cricuito che alla protezione contro sovraccarico, gli autori osservano che possono presentarsi casi in cui i fusibili sono chiamati a intervenire per sovracorrenti modeste rispetto alla loro corrente nominale. Ne consegue l'importanza di elaborare adeguate prove di tipo, che, in particolare, consentano di saggiare convenientemente il comportamento dei fusibili in detto rango di correnti. Ciò è stato proposto in sede IEC, prevedendo anche una facilitazione nelle modalità di esecuzione della prova, per la quale si presenterebbe altrimenti la necessità di smaltire potenze rilevanti per tempi lunghi. La facilitazione consiste nella possibilità di riscaldare il fusibile con la corrente prestabilita in un circuito a bassa tensione, fino a una temperatura prossima ma inferiore a quella di fusione, per poi inserirlo in un circuito ad alta tensione la cui sorgente risulti in grado di mantenere la corrente e di dare le tensioni d'arco e di ritorno prescritte.

« Gli autori descrivono il circuito realizzato al CESI per le prove e danno notizia dei primi risultati ottenuti.

« Può essere utile una discussione relativa alle condizioni di transizione dall'alimentazione in bassa tensione all'alimentazione in alta tensione, che chiarisca i criteri da seguire per giudicare della correttezza del funzionamento del circuito di prova.

« In molte condizioni le tensioni presenti in una rete possono essere più elevate di quelle calcolate per le condizioni di regime stabile. Solitamente si tratta di sovratensioni di natura transitoria che si manifestano durante la transizione da una condizione di regime ad un'altra.

« La maggior parte delle tensioni transitorie non sono di valore elevato ma possono essere importanti a causa dei loro effetti sul funzionamento dei dispositivi di protezione.

« Ad esempio, la sovratensione generata dall'intervento di fusibili limitatori in caso di guasto di corto circuito, può superare la tensione d'innesco di scaricatori, imponendo agli scaricatori stessi un pesante lavoro di scarica, che dipende principalmente dall'energia immagazzinata nell'induttanza a monte del fusibile.

« La *memoria* A.b.06 di Dellera e Formica illustra il problema della sollecitazione imposta agli scaricatori a seguito dell'intervento per corto circuito di fusibili limitatori in reti a media tensione, e riferisce sui risultati ottenuti nello studio del problema per mezzo di calcolatore numerico.

« Dal calcolo risulta che la sollecitazione imposta agli scaricatori può essere in molti casi superiore a quella ammissibile secondo i dati di specificazione degli scaricatori stessi.

« È chiaro pertanto l'interesse di una verifica sperimentale dei risultati ottenuti, ed è auspicabile che gli autori possano anticipare qualche notizia al proposito.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo b): *Protezioni dalle sovratensioni e dalle sovracorrenti; stato del neutro nelle reti a MT (sovratensioni, coordinamento isolamento, protezioni contro i corto circuiti e guasti, stato del neutro)*

Relatore: L. Sorato

ALLEGATO B1

Selezione dei guasti nelle reti di distribuzione.

« Le memorie che riguardano la selezione dei guasti nelle reti di distribuzione sono le seguenti:

A.b.13 Dagnino O. - Nicorà G. - Sani G.: *Selezione automatica dei guasti nelle reti di distribuzione a media tensione.*

A.b.10 Cerrai L. - Sborea A.: *Selezione automatica del tronco di linea guasto mediante rilevazione e comando a distanza su reti aeree MT esercite in servizio radiale.*

A.b.11 Mineo N.: *Sezionamento automatico dei tronchi di linea di distribuzione nei quali si è verificato un guasto.*

A.b.12 Mondo C. M.: *Sistema automatico di selezione di guasti.*

A.b.21 Pellizzaro P. - Pinceti L.: *La protezione delle reti elettriche nei grandi impianti industriali.*

A.b.20 Rosati S.: *Impiego, nei circuiti in serie di distribuzione di energia, di dispositivi adatti all'individuazione ed alla eliminazione dei guasti.*

« La memoria A.b.13 inquadra in modo preciso e completo il problema della selezione dei guasti sulle linee aeree a media tensione, in relazione alle necessità di migliorare sempre più la continuità del servizio, con sensibili vantaggi per l'utenza e per l'Impresa distributrice di energia elettrica.

« Analizzati i tipi di guasto, in relazione alla loro natura ed alla persistenza nel tempo, la memoria mette in evidenza l'importanza della richiusura automatica degli interruttori per eliminare i guasti non permanenti, senza dar luogo ad apprezzabili disturbi all'utenza.

« A tale riguardo, sono riportati interessanti dati statistici relativi a un lungo periodo di tempo, a conferma della convenienza del ciclo di richiusura prescelto.

« Per la selezione dei tronchi di linea guasti, vengono descritti tre sistemi diversi che hanno già trovato pratica applicazione.

« Il primo di tali sistemi prevede la suddivisione delle linee radiali in tronchi, con l'interposizione di interruttori dotati di dispositivi di richiusura automatica. La selettività viene ottenuta mediante lo scaglionamento a gradini dei tempi di intervento delle singole protezioni con valori decrescenti lungo lo sviluppo della linea.

« Sussistono, però, dei limiti nell'applicazione di questo sistema, a causa delle inevitabili imprecisioni nei tempi di intervento e della rapidità richiesta per la prima richiusura.

« Qualora il numero dei tronchi in cui si vuol suddividere la linea sia superiore a 3, tale sistema non è più applicabile, perchè risulterebbero dei gradini troppo ristretti e quindi incompatibili con le caratteristiche di intervento delle apparecchiature.

« Il secondo sistema si basa sull'intervento di un dispositivo automatico, che interviene con un comando di apertura sull'interruttore ad esso asservito quando il numero dei passaggi della corrente di guasto raggiunge un valore prestabilito. Tali passaggi sono conseguiti alle richiusure effettuate a monte del dispositivo considerato.

« La validità di questo sistema è confermata dai risultati conseguiti nella sua pratica applicazione, già in atto da alcuni anni.

« Il terzo sistema, a differenza dei due precedenti, prevede l'impiego di sezionatori automatici, anzichè di interruttori, nei vari tronchi della linea a valle dell'interruttore principale di cabina primaria.

« La selezione del tronco guasto avviene senza telecomandi ed è determinata dalle manovre automatiche dei sezionatori. Questi ultimi sono dotati solo di potere di inserzione e non di interruzione, in quanto è prevista l'apertura a vuoto e la chiusura su guasto.

« A ciascuno di essi è associato un dispositivo automatico, opportunamente tarato, che ne comanda l'apertura dopo il secondo scatto dell'interruttore principale, per effetto di un guasto che non sia stato eliminato con la richiusura rapida. Tale apertura avviene contemporaneamente per tutti i sezionatori di una linea, mentre la chiusura successiva è scaglionata a gradini di tempo, a partire dal momento in cui si verifica la richiusura lenta dell'interruttore principale. Quest'ultimo rimane, pertanto, chiuso fino all'istante in cui si ristabilisce il contatto nel sezionatore a monte del tronco guasto, contatto che provoca un nuovo scatto; la localizzazione del guasto è indicata da un dispositivo che effettua il conteggio del tempo intercorso fra la chiusura e l'apertura dell'interruttore stesso.

« Un sistema di selezione dei tronchi di linea guasti, analogo a quest'ultimo, è descritto nella memoria A.b.11, nella quale mancano, però, dei dati sull'esperienza di esercizio, in quanto l'applicazione è ancora sperimentale.

« Qualche differenza sussiste nel dispositivo di azionamento dei sezionatori, che in questo caso invia il comando di apertura nell'istante in cui avverte la mancanza di tensione a monte.

« Con un automatismo così concepito non sarebbe attuabile la richiusura rapida, ma l'Autore accenna a possibili perfezionamenti che consentano la richiusura stessa ed impediscano, anche, interventi intempestivi.

« È prospettata, pure, l'applicazione del sistema alle derivazioni di linea ed alle cabine e linee dotate di doppia alimentazione.

« L'impianto illustrato nella memoria A.b.10 richiede, a differenza di quelli sinora considerati, l'ausilio di dispositivi di telecomando e telesegnalazione.

« Per la selezione del tronco guasto sono impiegati sezionatori sotto carico, comandati a distanza tramite segnali a frequenza telegrafica immessi nella linea a media tensione. Attraverso il trasformatore media/bassa tensione, tali segnali pervengono ad un dispositivo ricevente che agisce sull'organo di manovra del sezionatore.

« Nella cabina di sezionamento sono pure installati apparecchi in grado di rilevare i guasti verificatisi a valle e opportuni trasmettitori che inviano alla cabina primaria la segnalazione del guasto rilevato. Anche in questo caso il segnale, a frequenza telegrafica, viene trasmesso tramite la linea a media tensione.

« In caso di guasto, scatta solo l'interruttore principale della linea interessata. Il personale della cabina primaria, in relazione alle segnalazioni ricevute dalle cabine di sezionamento, può individuare il tronco guasto e isolarlo, comandando a distanza l'apertura del sezionatore che si trova immediatamente a monte.

« Il sistema descritto consente l'applicazione della richiusura automatica che, in questo caso, non ha alcuna interferenza con la manovra dei sezionatori sotto carico.

« Qualora la rete a media tensione sia in cavo, è possibile applicare, per la selezione dei guasti, il sistema illustrato nella memoria A.b.12.

« L'autoisolamento del tronco guasto è, in questo caso, ottenuto mediante l'apertura dei due sezionatori più vicini, il cui comando dipende dalla presenza in linea di segnali A.F. e dall'intervento delle protezioni.

« Dopo l'apertura dei sezionatori, il servizio viene ristabilito alimentando il cavo dalle due estremità.

« Il dispositivo può essere impiegato per l'isolamento dei guasti

di corto circuito e per quelli di terra ed è valido solo per le reti in cavo, perchè non consente di adottare la richiusura automatica.

« La selettività delle protezioni di un grosso complesso industriale richiede la soluzione di particolari problemi, in relazione alle caratteristiche dell'impianto e dei processi di lavorazione.

« La memoria A.b.21 riferisce sulle prestazioni più adatte per un importante stabilimento siderurgico, al fine di garantire il più possibile la continuità del servizio.

« Vengono descritti gli impianti elettrici del Centro Siderurgico di Taranto, che comprendono reti ad alta, media e bassa tensione.

« La selezione dei guasti è ottenuta mediante la installazione di protezioni differenziali con circuiti pilota che consentono di escludere l'elemento guasto con la massima rapidità ed il minimo disturbo alla rete.

« L'applicazione di tali protezioni è economicamente vantaggiosa, dato che in impianti di questo genere gli apparecchi utilizzatori sono particolarmente concentrati.

« La memoria A.b.20 illustra un dispositivo a comando manuale che consente di individuare i guasti a terra sugli impianti di illuminazione pubblica in serie.

« I sistemi e i dispositivi descritti nelle memorie menzionate presentano notevole interesse ed è anche possibile, in base alle informazioni fornite, confermare la validità, sia del punto di vista tecnico che in relazione alla loro applicazione sugli impianti.

« Non appare, invece, facile una valutazione di ordine economico perchè, in qualche caso, mancano elementi sufficienti per stimare i costi di installazione e gli oneri di esercizio.

« I vantaggi che si possono conseguire non sono sempre facilmente determinabili e confrontabili per la mancanza, in generale, di una esauriente documentazione statistica sull'esperienza di esercizio.

« Appare, comunque, evidente dalle memorie la grande importanza che assume oggi il problema della selezione dei guasti, al fine di assicurare una sempre migliore continuità del servizio.

« Si ritiene interessante conoscere l'opinione degli Autori circa la convenienza economica ed i limiti di applicabilità della selezione automatica dei guasti, in relazione alla effettiva situazione delle reti esistenti ed alla loro diversa importanza ai fini della continuità del servizio.

« In particolare sembra utile conoscere oltre ai costi d'installazione e di esercizio delle apparecchiature richieste per tale selezione, anche il criterio di scelta delle linee per le quali si ritiene opportuna l'applicazione della selezione stessa, tenuto conto delle modifiche da apportare agli impianti esistenti.

« Agli Autori delle memorie A.b.10, A.b.11 e A.b.12 si chiedono ulteriori notizie su eventuali esperienze di esercizio delle apparecchiature automatiche descritte, in relazione soprattutto alle esigenze di manutenzione ed alla frequenza dei guasti negli automatismi.

« Nella memoria A.b.12 è descritto un sistema automatico di selezione dei guasti applicato su reti in cavo.

« Si chiede all'Autore se un sistema di questo tipo può trovare applicazione anche su reti aeree per le quali sia prevista la richiusura automatica.

ALLEGATO B2

Protezioni contro i guasti a terra.

« Le seguenti memorie trattano della protezione contro i guasti a terra:

A.b.17 Ferretti G. - Giorgi A.: *Considerazioni sulla protezione delle reti esercite con neutro isolato.*

A.b.19 Molina F.: *Guasti di « terra di ritorno » in reti MT.*

A.b.14 Tagliabue C.: *Rilevamento dei guasti transitori a terra in reti con neutro isolato.*

« Le memorie A.b.17 e A.b.19 analizzano i guasti a terra che si possono verificare nelle reti a media tensione con neutro isolato, calcolando per ciascuno di essi le componenti omopolari di tensione e di corrente, in funzione dei parametri della rete e della resistenza del guasto.

« Per quanto attiene l'intervento delle protezioni, in entrambe le memorie si dimostra che il guasto più temibile è la cosiddetta "terra di ritorno", cioè il contatto a terra di una fase con interruzione del conduttore a monte del guasto dal lato dell'alimentazione.

« Per rendere la protezione sensibile a tale tipo di guasto, si dovrebbe ridurre la sua soglia di intervento, con il pericolo, però, di scatti intempestivi dovuti alle correnti ed alle tensioni omopolari, presenti anche durante il funzionamento normale della rete.

« La memoria A.b.17 propone, per ovviare a tale inconveniente, l'impiego di protezioni con soglie di intervento voltmetriche ed amperometriche regolabili indipendentemente fra loro. Infatti, i segnali parassiti sono di norma più intensi in tensione nelle reti poco estese ed in corrente in quelle molto estese.

« La memoria A.b.19 propone, per l'eliminazione delle tensioni residue, inserzioni di tipo particolare.

« Entrambe le memorie, inoltre, prospettano l'impiego di riduttori di corrente toroidali, la cui utilizzazione, però, sembra facile solo per le linee in cavo.

« Gli inconvenienti segnalati non sussistono con l'impiego di un relè, di tipo particolare, presentato nella memoria A.b.14, sensibile all'oscillazione di innesco del guasto a terra.

« Tale oscillazione, che ha carattere transitorio e frequenza di qualche centinaio di Hz, viene rilevata dal relè entro un tempo dell'ordine di 1 ms.

« Essendo rilevante l'ampiezza della componente oscillatoria, con l'impiego del relè è più facile evitare gli interventi intempestivi. Il relè menzionato si presta all'abbinamento con tutti i dispositivi di richiusura e di selezione. L'aggiunta di una eventuale segnalazione di guasto a terra permanente consente, inoltre, il rilievo separato dei guasti transitori e di quelli permanenti, rendendo disponibili utili informazioni statistiche e indicazioni sul grado di isolamento della rete.

« La protezione contro i guasti a terra nelle reti a media tensione con neutro isolato, va assumendo sempre maggiore importanza, anche in relazione a problemi di sicurezza.

« Si ritiene che il contributo fornito dalle memorie qui presentate possa dare lo spunto per ulteriori studi sull'argomento, il cui approfondimento è senz'altro auspicabile.

ALLEGATO B3

Interruzione delle correnti di corto circuito.

« Alcuni problemi relativi all'interruzione delle correnti di corto circuito sono trattati nelle due memorie seguenti:

A.b.09 Magistris G. - Malaguti M.: *Effetto della capacità delle reti a media tensione sul funzionamento degli interruttori a deionizzazione magnetica nell'apertura di correnti di corto circuito.*

A.b.18 Colombo B. L.: *Fenomeni transitori connessi con la struttura delle reti di distribuzione a media tensione.*

« Nella memoria A.b.09 sono analizzati gli effetti della capacità verso terra delle reti a media tensione nell'interruzione delle correnti di corto circuito. Tali capacità, particolarmente elevate qualora siano presenti linee in cavo o condensatori di rifasamento in cabina primaria, vengono a trovarsi in parallelo all'interruttore in caso di guasti a terra polifasi o monofasi in reti con neutro a terra.

« Per gli interruttori a deionizzazione magnetica, la capacità in parallelo può avere effetto negativo, poichè in essa si accumula energia elettrostatica che viene poi in parte dissipata anche nella camera di deionizzazione.

« Sono riportati interessanti oscillogrammi registrati durante le prove su un interruttore a deionizzazione magnetica per media tensione. Da tali prove è risultato che la capacità in parallelo agevola il funzionamento dell'interruttore nell'apertura di correnti relativamente basse, mentre ha effetto decisamente negativo per correnti prossime al potere di interruzione.

« La memoria A.b.18 considera il comportamento dei fusibili posti a protezione dei trasformatori media/bassa tensione, in alcuni casi che si presentano durante l'esercizio degli impianti.

« Si esamina, in particolare, l'andamento delle tensioni di ritorno sui fusibili dopo l'interruzione di correnti induttive di modesto valore ed i fenomeni di ferro risonanza che possono insorgere all'atto della interruzione di una sola fase.

« La presenza di un cavo tra i fusibili ed il trasformatore contribuisce a ridurre la tensione di ritorno, mentre può dare luogo a sovratensioni particolarmente elevate per ferro risonanza.

« Per ovviare a quest'ultimo inconveniente, l'Autore propone l'impiego di sezionatori sotto carico a manovra indipendente tripolare, combinati con fusibili muniti di un dispositivo che comanda l'apertura automatica del sezionatore all'atto della fusione di uno di essi.

ALLEGATO B4

Stato del neutro.

« I problemi connessi con lo stato del neutro nelle reti di distribuzione vengono analizzati, in particolare, nelle seguenti memorie:

A.b.16 Chiesa C. - Sala G.: *Esercizio con neutro a terra di una rete a media tensione in zona montana.*

A.b.15 PERUZZI R. - SPELTA C.: *Stato del neutro nelle reti a media e bassa tensione di stabilimenti chimici.*

« La memoria A.b.16 espone i criteri che sono stati seguiti per la messa a terra del neutro di una rete a media tensione in una zona montana.

« Il collegamento a terra del neutro si è reso necessario per consentire l'impiego di relè differenziali, a protezione degli impianti del traforo del Monte Bianco, alimentati, oltre che dalla rete elettrica italiana, anche da quella francese che è esercita con neutro a terra.

« L'aumento delle correnti di guasto a terra, che ovviamente consegue a tale modifica dello stato del neutro, comporta il riesame delle condizioni degli impianti di terra delle cabine secondarie, alimentate dalla stessa rete a media tensione, allo scopo di verificare la loro rispondenza alle norme vigenti.

« Si sono, pertanto, ricalcolati i valori limite delle resistenze degli impianti di terra, entro i quali le sovratensioni non assumono valori superiori a quelli consentiti.

« Si sono anche valutate le tensioni indotte sulle linee di telecomunicazione esistenti nella zona e si è constatato che con la messa a terra del neutro non vengono raggiunti i limiti di sicurezza previsti dalle direttive internazionali.

« Sembra, quindi, che la messa a terra del neutro delle reti a media tensione non presenti difficoltà insormontabili per l'esercizio elettrico e per i disturbi alle linee di telecomunicazione.

« Lo stato del neutro nelle reti di distribuzione all'interno di stabilimenti chimici è trattato nella memoria A.b.15.

« Si prospetta la messa a terra del neutro tramite una resistenza di elevato valore per la rete a media tensione, allo scopo di limitare le correnti di guasto e, al tempo stesso, consentire l'installazione di protezioni selettive.

« Per le reti a bassa tensione si propone, in generale, la messa a terra franca del neutro, per i vantaggi che essa offre nell'impiego delle protezioni.

« Qualora sussistano motivi particolari di pericolosità delle correnti di guasto e speciali esigenze di continuità del servizio, può convenire anche la messa a terra del neutro di bassa tensione, attraverso una impedenza di valore elevato. Naturalmente, nei casi in cui sia previsto il collegamento a terra del neutro tramite elevata impedenza, per ragioni di sicurezza, deve essere posta particolare cura sia nell'esecuzione che nel controllo periodico degli impianti di messa a terra degli apparecchi utilizzatori.

« Data l'importanza e l'attualità dei problemi riguardanti la scelta dello stato del neutro, sarebbe interessante avere altre notizie sulle esperienze acquisite in questo campo.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo b): *Protezioni dalle sovratensioni e dalle sovracorrenti; stato del neutro nelle reti a MT (sovratensioni, coordinamento isolamento, protezioni contro i corto circuiti e guasti, stato del neutro)*

Relatore: A. TASCHINI

ALLEGATO C1

« La maggior parte delle memorie di questo gruppo rientra nel tema del coordinamento dell'isolamento nelle reti in media tensione. Un corretto coordinamento dell'isolamento presuppone:

1) la conoscenza delle caratteristiche delle sovratensioni, di natura atmosferica e di origine interna, che possono sollecitare gli isolamenti nelle reti;

2) la conoscenza delle caratteristiche dei mezzi di protezione degli isolamenti (spinterometri, scaricatori);

3) la conoscenza della resistenza degli isolamenti ai vari tipi di sollecitazione.

« Ad eccezione della *memoria* A.b.26, *La protezione delle batterie di condensatori di rifasamento a media tensione* di BERTAZZI e BOSSI, che verrà discussa separatamente, le comunicazioni di questo gruppo possono essere suddivise in tre temi di discussione, sovratensioni, mezzi di protezione e isolamenti, corrispondenti ai punti ora ricordati.

« 1) - *Sovratensioni.* - Al primo tema di discussione appartengono le *memorie*: A.b.22, *Sovratensioni e sovracorrenti in reti a media tensione dovute a presenza di elementi saturabili* di CLERICI, FURIOLI e MANARA; A.b.24, *Alcune considerazioni sul fenomeno dell'arco intermittente nelle reti a media tensione* di DOMINICI e TASCHINI; A.b.28, *Sovratensioni di origine interna nelle reti di media tensione di stabilimenti industriali* di ORLANDO ed A.b.29, *Sovratensioni d'origine atmosferica trasferite attraverso i trasformatori delle reti di distribuzione in cavo di modesta estensione* di FURIOLI.

« Nella memoria A.b.22 gli autori forniscono un'ampia panoramica dei fenomeni di sovracorrente e sovratensione che, in presenza di elementi saturabili, possono presentarsi nelle reti di distribuzione. Tali fenomeni vengono classificati in:

a) *Regimi anormali di ferrorisonanza.* - Vengono ricordati i ben noti fenomeni che possono verificarsi, a seguito di una generica perturbazione, in reti a neutro isolato equipaggiate con trasformatori di tensione induttivi collegati a terra, nonchè i fenomeni che possono presentarsi, all'interruzione di uno o due conduttori, su linee che alimentano trasformatori con avvolgimento in MT a triangolo o a stella con neutro isolato. Si accenna inoltre alle sovratensioni e sovracorrenti che possono nascere all'inserzione di trasformatori all'estremità di linee equipaggiate con condensatori serie per la regolazione della tensione.

b) *Transitori di correnti magnetizzanti in trasformatori di potenza.* - Oltre ai transitori di corrente che si verificano alla messa in servizio del trasformatore, si accenna a quelli causati da variazioni di tensione durante l'eliminazione dei guasti.

c) *Transitori di corrente in riduttori di tensione induttivi.* - Vengono discussi i transitori di corrente che si verificano nei riduttori di tensione di linea alla messa fuori tensione della linea ed in corrispondenza di archi a terra in reti a neutro isolato.

« Si accenna infine ad indagini condotte in questo campo presso il CESI, sia facendo uso dell'analizzatore transitorio di reti che ricorrendo a metodi di calcolo digitale.

« Nella memoria A.b.24 vengono descritti i risultati di uno studio, condotto all'analizzatore transitorio di rete, sull'arco intermittente in un sistema di distribuzione radiale a media tensione.

« Viene esaminata l'influenza delle caratteristiche di diversi elementi della rete e dello stato del neutro sulle sovratensioni, simulando la sequenza di adescamenti ed estinzioni dell'arco che da luogo alle sovratensioni massime. Gli autori riferiscono poi sui risultati di un programma di rilevazione mediante oscillografi automatici durante il normale esercizio delle reti. Le prime rilevazioni sembrano mostrare come siano estremamente improbabili sequenze di accensioni ed estinzioni dell'arco tali da causare valori elevati di sovratensione.

« Nella memoria A.b.28 viene ripreso il problema delle sovratensioni dovute a ferrorisonanza e ad arco intermittente, con riferimento agli impianti di distribuzione interni di stabilimenti industriali. In particolare l'autore, ricorrendo a semplici circuiti a costanti concentrate, svolge un esame qualitativo delle sovratensioni che si possono originare, in una rete a neutro isolato, in caso di guasto a massa dell'avvolgimento di un elemento di rete (motori, riduttori di tensione, ecc.) ed in caso di arco intermittente.

« Viene poi esaminata l'influenza sui valori massimi delle sovratensioni della messa a terra del neutro tramite resistenza o induttanza. Le ipotesi semplificative, alla base dei circuiti equivalenti scelti dall'autore, sono in generale assai più gravose della realtà, così che, pur non essendo possibile un calcolo attendibile delle ampiezze delle sovratensioni, possono venir indicati valori massimi cautelativi della impedenza di messa a terra dei trasformatori.

« Nella memoria A.b.29 viene discusso il problema delle sovratensioni di origine atmosferica trasferite attraverso trasformatori a reti in cavo di estensione limitata; anche questa memoria si riferisce quindi prevalentemente a reti a media tensione di stabilimenti industriali.

« Dopo aver ricordato come nel caso in esame le sovratensioni trasferite attraverso il trasformatore per via capacitiva siano trascurabili, viene preso in esame il trasferimento di onde di tensione per via induttiva.

« L'autore studia il fenomeno sulla base di un semplice circuito monofase, trattando la terna di onde sul lato alta tensione del trasformatore secondo i componenti di Clarke. Le espressioni delle sovratensioni trasferite al secondario del trasformatore mostrano come esse possano avere ampiezza pericolosa, in particolare per l'isolamento delle macchine rotanti. È interessante notare come le sovratensioni trasferite, benchè originate da fulminazione, assumano la forma tipica delle sovratensioni dette *"di manovra"*.

« Viene infine accennato come in molti casi, nel tipo di rete considerato, si renda indispensabile la protezione delle macchine rotanti mediante scaricatori.

« Per la discussione di queste prime quattro memorie mi sembra interessante proporre i seguenti punti:

« *Punto* 1.1. - Nelle memorie A.b.22, A.b.24 e A.b. 28 viene accennato come valori massimi di sovratensione pari a 5 p.u. e più possono, in teoria, verificarsi nelle reti di distribuzione a media tensione per fenomeni di ferrorisonanza e arco intermittente. Questi valori di sovratensione sono assai superiori a quelli che di norma si verificano nelle reti a media tensione a seguito di manovre, o guasti differenti dall'arco intermittente a terra. I fenomeni descritti nelle memorie citate potrebbero quindi condizionare il progetto delle reti (scelta dello stato del neutro, dei mezzi di protezione, ecc.). Ciò sembra, ad esempio, accadere nelle reti interne a media tensione di grossi complessi industriali, come detto nella memoria A.b.28. In quali altri casi i tipi di sovratensione descritti hanno un peso determinante?

« *Punto* 1.2. - L'adozione di tensioni di distribuzione più elevate, l'estensione sempre maggiore delle reti in cavo e la riduzione delle correnti magnetizzanti dei trasformatori conducono, in teoria, ad una maggiore pericolosità dei fenomeni di ferrorisonanza, come ricordato nella memoria A.b.22. Di conseguenza la frequenza dei fenomeni di ferrorisonanza nelle reti dovrebbe esser aumentata in anni recenti. È questo fatto confermato dell'esperienza?

« *Punto* 1.3. - Di norma gli studi sui fenomeni di ferrorisonanza vengono condotti all'analizzatore transitorio di rete, ciò che comporta complessi problemi di simulazione del sistema, e può, talvolta, lasciare adito a dubbi sui risultati. esistono risultati di prova in reti reali sui fenomeni di ferrorisonanza? Quali sono stati i valori più elevati di sovratensione registrati?

« *Punto* 1.4. - Nella memoria A.b.29 si conclude che le reti in cavo di modesta estensione non possono considerarsi autoprotette contro possibili sovratensioni di origine atmosferica trasferite per via induttiva attraverso i trasformatori. Quali caratteristiche deve possedere la rete per poter essere considerata autoprotetta?

« *Punto* 1.5. - Come ricordato nella memoria A.b.29 la forma delle onde di tensione e corrente, dovute a fenomeni atmosferici, può esser molto diversa in installazioni direttamente esposte al fulmine ed in installazioni connesse al secondario di un trasformatore con primario in situazione esposta. Quali riflessi ha questo fatto nel coordinamento degli isolamenti?

ALLEGATO C2

« 2) - *Mezzi di protezione.* - Al secondo tema di discussione appartengono le *memorie*: A.b.23, *I mezzi di protezione contro le sovratensioni per reti a media tensione* di MAZZA; A.b.25, *Recenti esperienze sull'impiego degli spinterometri a corna nelle reti a media tensione con neutro isolato* di CHIZZOLINI e A.b.30, *Coordinamento dell'isolamento per reti a media tensione di* JACZEWSKI.

« Nella memoria A.b.23 si riferisce su una serie di prove per la determinazione delle caratteristiche d'innesco di vari tipi di spinterometri, scaricatori ad espulsione e scaricatori a resistenza non lineare.

« Sono state eseguite prove con onde di tensione unidirezionali, aventi differenti tempi di fronte e all'emivalore, al fine di determinare la tensione di scarica 50 % e la dispersione (σ) della tensione di scarica dei differenti mezzi di protezione sia a sovratensioni di tipo manovra che di tipo atmosferico. Sulla base di questi valori sono state calcolate delle tensioni di sicuro innesco e di tenuta, definite convenzionalmente come valori della tensione di scarica 50 % più o meno 3 σ rispettivamente.

« Sono state inoltre eseguite prove con onda di tensione a fronte ripido linearmente crescente sino alla scarica, e con onde di tensione unidirezionali di valore presunto eguale 1 - 1,2 e 1,4 volte la tensione di sicuro innesco, come sopra definita, per determinare l'andamento della caratteristica tensione - tempo alla scarica.

« Nella memoria A.b.25 l'autore esamina il problema della protezione degli isolamenti delle reti in media tensione con spinterometri a corna.

« Vengono svolte alcune considerazioni sul grado di protezione di spinterometri di questo tipo concludendo che, con un'opportuna scelta dello spazio spinterometrico, può esser assicurato un ragionevole grado di protezione dell'isolamento, anche a fronti di elevata ripidità. Si accenna inoltre che l'esperienza ha dimostrato come gli isolamenti delle apparecchiature MT e dei trasformatori MT/BT non siano particolarmente sensibili alle sollecitazioni ad onda impulsiva troncata da spinterometro.

« Si riferisce su una serie di prove, condotte in una rete a 15 kV con neutro isolato, per stabilire il potere di autoestinzione, in caso di arco monofase a terra, di spinterometri a corna con taratura di 35 e 40 mm. I risultati delle prove dimostrano come la quasi totalità degli archi monofasi si autoestingua in un tempo inferiore a 0,5 s senza che si abbiano nella rete sovratensioni tali da far adescare gli spinterometri installati sulle altre fasi.

« Si accenna infine ai primi favorevoli risultati di esercizio ottenuti adottando spinterometri a corna.

« Nella memoria A.b.30 l'autore svolge alcune considerazioni sul coordinamento dell'isolamento in media tensione ed, in particolare, analizza i risultati di una indagine statistica sull'incidenza dei guasti, dovuti a fulminazione, in trasformatori MT/BT rispettivamente non protetti, protetti da scaricatori a resistenza non lineare e ad espulsione. La conclusione dell'autore è che la protezione dei trasformatori MT/BT mediante scaricatori è necessaria ed economica.

« Vengono sottilineate le ottime prestazioni di un tipo di scaricatore ad espulsione costruito in Polonia, che, dall'indagine statistica, risulta avere caratteristiche di protezione paragonabili a quelle degli scaricatori a resistenze non lineari.

« Si accenna infine alle soluzioni adottate in Polonia per la messa a terra del neutro delle reti di distribuzione.

« Qui di seguito sono esposte alcune considerazioni e quesiti relativi alle memorie ora illustrate che mi sembrano di qualche interesse:

« *Punto* 2.1. - Nella memoria A.b.25 si riferisce come una diffusa installazione di spinterometri a corna, tarati a 40 mm, non abbia portato ad un aumento del numero di interventi degli interruttori in una rete a 15 kV protetta, contro i guasti a terra, con relè varmetrici direzionali temporizzati a 0,5 s. Come può essere spiegato il mancato aumento, od un aumento non decisamente apprezzabile, del numero di operazioni degli interruttori?

« Forse alcune delle considerazioni seguenti possono giustificare in parte l'esperienza descritta dall'autore della memoria A.b.25:

a) le elevate caratteristiche di autoestinzione degli spinterometri installati nella rete solo eccezionalmente portano all'intervento dell'interruttore per adescamenti su una sola fase;

b) nonostante la ridotta distanza spinterometrica, la tenuta alle sovratensioni di manovra degli spinterometri è ancora di circa 4,5 p.u. (base $17{,}5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ kV) (1); quindi sembrano piuttosto improbabili adescamenti su più fasi per sovratensioni di origine interna;

c) le sovratensioni atmosferiche di tipo indiretto, che danno luogo ad onde di tipo omopolare (tre onde eguali sulle fasi) e raramente eccedono nelle reti a media tensione i 200 kV di picco, causano prevalentemente guasti monofasi perchè, alla scarica della prima fase, sulle altre due fasi viene indotta un'onda di tensione sottrattiva pari al 30-40 % del valore presunto dell'onda;

d) le fulminazioni dirette al conduttore di energia e al sostegno causano il cedimento dell'isolamento nella quasi totalità dei casi, per livelli di isolamento ad impulso dell'ordine di 100-300 kV quali si riscontrano nelle linee a media tensione. Per quanto riguarda questo tipo di fulminazione ha quindi scarsa influenza la riduzione del livello di isolamento ad impulso della rete nei punti di installazione degli spinterometri.

« Una miglior comprensione del meccanismo delle scariche causate dal fulmine sulle linee a media tensione può essere assai importante nella scelta dei mezzi di protezione. Come potrebbe esser impostato un programma di studio, basato su registrazioni in rete, per raccogliere informazioni a questo proposito?

« *Punto* 2.2. - Nella memoria A.b.25 viene suggerito di adottare, in reti a 15 kV con materiale avente tenuta ad impulso di 95 kV, spinterometri a corna con distanza spinterometrica di 35 mm. Estrapolando i risultati di prova della memoria A.b.23 sembrerebbe che questa distanza spinterometrica possa ancora garantire un livello di tenuta alle sovratensioni di manovra pari a quasi 4 p.u. (base $17{,}5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ kV).

« La distanza spinterometrica di 35 mm sembra assai più soddisfacente per la protezione di isolamenti interni, di quella di 40 mm, in quanto offre un maggior grado di protezione in particolare alle onde a fronte ripido.

« Nella memoria A.b.25 sono riportati, per lo spinterometro tarato a 35 mm, solo i risultati di prove di autoestinzione in rete a neutro isolato a 15 kV con corrente di terra di 18,5 A. Sono state eseguite anche per questo tipo di spinterometro le prove in reti con corrente di terra elevata ($>$ 50 A) come per lo spinterometro da 40 mm?

(1) Si veda la memoria A.b.23.

« *Punto* 2.3. - Il grado di protezione offerto in generale da tutti i mezzi di protezione, ed in particolare dagli spinterometri, diminuisce all'aumentare della ripidità del fronte d'onda dell'impulso applicato.

« Nel caso di fulminazione diretta al conduttore di energia le onde incidenti sul complesso spinterometro - apparecchiatura protetta potrebbero, partendo dalle caratteristiche del fulmine attualmente note, avere pendenze dell'ordine delle migliaia di kV/μs. Esistono nella bibliografia informazioni sulla ripidità dei fronti di onda nelle reti di media tensione che indichino sino a che valore del tempo alla cresta sia desiderabile ricercare il coordinamento tra mezzo protetto e protettore?

« *Punto* 2.4. - Il rilievo delle caratteristiche di innesco di un mezzo di protezione è necessario, come ricordato nella memoria A.b.23 per definire, da un lato, il livello di protezione offerto dalle apparecchiature (2), e dall'altro il livello di tenuta alle sovratensioni di origine interna che hanno luogo nel normale esercizio delle reti.

« Una definizione esatta delle caratteristiche di innesco di un mezzo di protezione comprenderebbe, per i vari tipi d'onda che si prevede possano presentarsi nelle reti, non solo la rilevazione della curva della probabilità di scarica in funzione dell'ampiezza dell'impulso applicato, ma anche la rilevazione delle curve dei tempi alla scarica per diverse ampiezze dell'impulso applicato.

« Tenuto conto che lo scopo dei mezzi di protezione nella media tensione è essenzialmente quello di proteggere le apparecchiature dal fulmine, e che le onde incidenti sono sovente molto più elevate del livello di isolamento dell'apparecchiatura da proteggere, ritiene l'autore della memoria A.b.23 che le caratteristiche di innesco di mezzi di protezione per media tensione potrebbero essere definite, per quanto riguarda il livello di protezione, in maniera relativamente semplice e soddisfacente solamente mediante prove con onda linearmente crescente di varia pendenza?

« Una caratteristica di protezione, generalmente pessimistica, potrebbe essere in questo caso ottenuta congiungendo i valori di tensione corrispondenti ad esempio, ad una probabilità di scarica del 98,7 % ($V_{50\%}+3\ \sigma$), ottenuti per varie pendenze del fronte d'onda.

« *Punto* 2.5. - Le caratteristiche d'innesco, riportate nella memoria A.b.23 per due tipi di scaricatore ad espulsione mostrano scarse capacità di protezione; nella memoria A.b.30 vengono invece sottolineati gli ottimi risultati ottenuti con un particolare tipo di scaricatore ad espulsione. Sono disponibili le caratteristiche di innesco di questo ultimo tipo di scaricatore?

« *Punto* 2.6. - In Francia ed in Gran Bretagna la protezione dei trasformatori MT/BT è fatta di norma con spinterometri; negli Stati Uniti e numerosi altri paesi con scaricatori. Quali sono i principali fattori che determinano la convenienza di un mezzo di protezione piuttosto che dell'altro? Quale mezzo si ritiene più economico nella situazione italiana?

ALLEGATO C3

« 3. *Isolamenti.* - In questo ultimo tema di discussione rientra solo la *memoria* A.b.27, *Caratteristiche di isolamento dei trasformatori MT/BT protetti con spinterometri* di Mazza e Sesto, che, in verità, si presta anche a qualche ulteriore considerazione sull'argomento "*mezzi di protezione*" esaminato nelle memorie precedenti. Essa consente infatti di concludere l'esame degli svantaggi della protezione mediante spinterometri, che peraltro ha il grande pregio della semplicità e del costo ridotto, rispetto alla protezione mediante scaricatori a resistenza non lineare.

« In una delle memorie, in precedenza discusse, viene detto come alcuni tipi di spinterometri presentino, in reti a neutro isolato, elevate caratteristiche di autoestinzione, almeno per quanto riguarda i guasti monofasi. Uno dei vantaggi degli scaricatori, quello di non richiedere l'apertura degli interruttori in caso di adescamento, sarebbe quindi limitato agli adescamenti polifasi.

« Un secondo vantaggio degli scaricatori nei riguardi degli spinterometri consiste nell'assicurare una migliore protezione alle onde a fronte ripido. Da alcune delle memorie sui mezzi di protezione si può dedurre che, riducendo la distanza spinterometrica ai valori minimi compatibili con le sovratensioni di manovra che si verificano nel normale esercizio delle reti, si può sperare di ottenere un buon grado di protezione dell'isolamento interno dei trasformatori MT/BT, anche in caso di fronti d'onda relativamente ripidi (durata del fronte di 0,4 - 0,5 μs).

(2) Per gli scaricatori occorrerà ovviamente tener conto anche della tensione residua.

« Ultimo svantaggio degli spinterometri, comune anche agli scaricatori ad espulsione, è il causare una troncatura brusca dell'onda di tensione incidente che può portare ad una distribuzione delle sollecitazioni lungo gli avvolgimenti particolarmente gravosa. Di conseguenza ci si può chiedere, nel caso vengano adottati spinterometri o scaricatori ad espulsione per la protezione dei trasformatori MT/BT, se sia necessaria una prova dei trasformatori ad onda tronca.

« A questo quesito porta un interessante contributo la memoria A.b.27 che riferisce sui risultati di una serie di prove tendenti al rilievo della distribuzione delle sollecitazioni, in caso di onda tronca, lungo avvolgimenti, sia di tipo a strati che a bobine, di trasformatori MT/BT. Tenendo conto delle caratteristiche di innesco di uno spinterometro a corna, con distanza spinterometrica di 40 mm, vengono dedotte, in particolare, le sollecitazioni più gravose che possono verificarsi tra determinati punti dell'avvolgimento.

« Vengono inoltre forniti risultati di numerose prove per la determinazione della tensione di scarica di provini tipici dell'isolamento dei trasformatori. Si conclude che, per i tipi di avvolgimento considerati, le onde tronche di tensione possono risultare sicuramente pericolose.

« Per quanto riguarda questo ultimo tema di discussione desidererei porre i seguenti quesiti:

« *Punto* 3.1. - Nella memoria A.b.27 il rilievo della distribuzione delle tensioni lungo l'avvolgimento è stato limitato a due avvolgimenti a strato e due avvolgimenti a bobine. Si ritiene che le indicazioni ottenute possano esser considerate valide in generale per i trasformatori MT/BT? Dispongono i costruttori di risultati di prove per confermare e completare le indicazioni riportate nella memoria A.b.27?

« *Punto* 3.2. - Nella memoria A.b.27 sono riportati i risultati di prove per la determinazione della tensione di scarica di due punti tipici degli avvolgimenti dei trasformatori. Sono disponibili informazioni sulla tensione di scarica del canale d'olio tra le bobine che, secondo i risultati esposti in fig. 7 della memoria citata, sembra esser notevolmente sollecitato?

« 4) - Separatamente dalle altre memorie del gruppo, penso si debba discutere la *memoria* A.b.26, *La protezione di batterie di condensatori di rifasamento a media tensione* di Bertazzi e Bossi, che solo marginalmente rientra nel tema del coordinamento dell'isolamento.

« Nella memoria A.b.26 gli autori svolgono un esame delle protezioni normalmente previste sulle batterie di condensatori: protezioni contro le sovratensioni di origine atmosferica, il sovraccarico, i corti circuiti, i guasti a terra e la perforazione dei condensatori elementari delle unità.

« In particolare viene esaminato quest'ultimo tipo di protezione che può esser realizzato con fusibili individuali, con relè a squilibrio o con metodi differenziali. Vengono svolte infine considerazioni di carattere tecnico ed economico che possono suggerire la scelta del metodo più adatto per i vari schemi di inserzione e per diversi valori di potenza della batteria.

« Agli autori della memoria A.b.26 desidererei porre i seguenti quesiti:

« *Punto* 4.1. - Molte delle protezioni contro le perforazioni di condensatori elementari si basano su confronti di corrente e necessitano di più trasformatori di corrente. Quale deve esser la classe di questi trasformatori? Devono essi avere caratteristiche particolari?

« *Punto* 4.2. - Nella memoria non vengono riportati risultati di esercizio sulla efficacia dei vari tipi di protezione. Quale è la esperienza dei tecnici di esercizio delle reti di distribuzione?

ALLEGATO D1

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo a): *Struttura delle reti di distribuzione MT e BT e loro pianificazione (reti di distribuzione in aree residenziali, reti di distribuzione in aree industriali, reti di distribuzione rurale, produzione potenza reattiva, rifasamento)*

Relatore: A. Ressi di Cervia

« Le memorie presentate per la discussione alla riunione attuale di quest'anno e relative al tema A "Distribuzione dell'energia elet-

trica" investono i problemi relativi alla progettazione delle reti di distribuzione a media ed a bassa tensione ed in particolare considerano gli aspetti della struttura della rete, della scelta degli elementi componenti, dei criteri di progettazione e controllo più idonei agli scopi di distribuzione dell'energia in reti residenziali ed industriali.

« Le memorie presentate in questo gruppo trattano separatamente i singoli problemi relativi al progetto ed alla realizzazione delle reti e sono rivolte alla concezione delle reti stesse intese come problema globale che esaminando in forma integrata tutti gli aspetti tecnico economici del problema raggiunga una soluzione ottima in funzione degli scopi e dei vincoli assegnati.

« Tali memorie, in numero di 10, possono dividersi in 4 gruppi:

— gruppo memorie I (A.a.01, 02, 03, 05) relative ai criteri di progettazione delle reti di distribuzione negli agglomerati urbani;

— gruppo memorie II (A.a.06, 07, 08) relative a progettazioni delle reti di distribuzione in aree industriali e centri siderurgici;

— gruppo memorie III (A.a.09, 04) programmazione delle cabine AT/MT e MT/BT della distribuzione;

— gruppo memoria IV (A.a.10) che fa gruppo a sè relativa alla applicazione della corrente continua nelle reti in media tensione dei grandi centri urbani.

Gruppo di memorie I

(A.a.01, 02, 03, 05)

« Tutte le memorie di questo gruppo si riferiscono al problema delle reti di distribuzione cosiddette "a maglie", già adottate da tempo in alcuni paesi stranieri con risultati senz'altro soddisfacenti e di cui mancano al momento delle applicazioni di una qualche importanza in Italia. È indubbio però che questo tipo ri rete sarà oggetto di attenzioni particolari anche da parte dei tecnici italiani, in vista soprattutto di risolvere i numerosi problemi che vengono posti dal costante incremento delle aree residenziali nelle grandi e medie città, dove l'adozione di reti a maglie potrebbe risultare interessante.

« Gli autori delle memorie di questo gruppo affrontano le questioni principali relative al progetto e all'esercizio di queste reti, riportando talora anche i risultati di esperienze effettuate in altri paesi e fornendo un certo numero di dati utili al progettista.

« Nella *memoria* A.a.01 di Schaller e Tagliabue, *Reti di distribuzione cittadina: criteri di progettazione e forme di rete,* gli autori fanno riferimento soprattutto alle esperienze tedesche, in quanto in Germania si presentano numerosi gli esempi di reti "a maglie". Viene messo anzitutto in evidenza l'importanza sempre maggiore che le reti di distribuzione hanno negli investimenti effettuati, e quindi la necessità di migliorare continuamente le tecniche di progettazione onde realizzare dei risparmi con l'impiego di opportune configurazioni di rete.

« Contemporaneamente si riconosce la sempre maggior importanza che la qualità del servizio ha nelle reti di distribuzione, sia per le accresciute esigenze delle utenze civili, sia per le necessità particolari di numerose lavorazioni industriali che difficilmente tollerano interruzioni o variazioni eccessive nel livello di tensione.

« Vengono successivamente descritte le caratteristiche delle reti a maglie, mettendo soprattutto in evidenza i vantaggi indubbi riguardo alla costanza della tensione, alla compensazione dei carichi, alla potenza di riserva e alla continuità del servizio. Si esaminano inoltre le varianti di schema che si possono avere, con riguardo anche alla rete a MT su cui possono essere realizzati pure dei notevoli risparmi con opportune strutture.

« Infine, a completamento della trattazione svolta, si accenna al problema della scelta del valore di tensione per la rete a MT riportando dei dati relativi a città tedesche.

« La successiva *memoria,* A.a.02, ancora di Schaller e Tagliabue è la continuazione della precedente e tratta dei *Criteri di scelta degli elementi componenti* per le reti cittadine.

« La memoria considera dapprima quei componenti, quali i cavi e le cabine MT/BT, che maggiormente incidono nel costo della rete e successivamente tutte le particolari apparecchiature, quali protezioni, fusibili, interruttori, che devono essere adottate nelle reti a maglia soprattutto per esigenze di servizio.

« Sempre riferendosi all'esperienza tedesca, gli autori riportano i valori delle sezioni dei cavi e delle potenze dei trasformatori normalmente adottati in Germania e che la pratica degli impianti ha mostrato essere più economici. Inoltre vengono svolte alcune considerazioni relativamente all'impiego di questi elementi, onde realizzare delle strutture particolarmente convenienti.

« Una particolare attenzione è stata dedicata dagli autori al problema delle protezioni delle reti a maglia, soprattutto per quanto riguarda le protezioni contro correnti inverse, provenienti dalla BT e alimentanti un guasto che si sia verificato sulla rete a MT. Questa protezione contro le correnti inverse è realizzata normalmente con un relè wattmetrico, denominato specificamente « relè per reti a maglia ».

« Oltre alle difficoltà che si riscontrano nelle protezioni contro le correnti inverse, gli autori sottolineano un altro grave problema delle reti a maglia, quello cioè dei fusibili installati nei punti nodali delle reti stesse e alla difficoltà di realizzare un corretto intervento selettivo di detti fusibili.

« La *memoria* A.a.03 di Rosati A., *Nuovi criteri di progettazione delle reti di distribuzione di energia elettrica di tipo a maglie,* espone gli schemi tipici di progetto e i problemi di esercizio di queste reti. Vengono messe in evidenza anche in questa memoria i vantaggi che si potrebbero realizzare adottando schemi di rete di questo tipo e si passano in rassegna le differenti soluzioni normalmente adottate.

« In particolare l'autore richiama l'attenzione sulla possibilità di impiegare dei cavi di comando di tipo telefonico, che potrebbero, senza un eccessivo aggravio di spesa, essere interrati nella stessa trincea dei cavi a MT. Questi cavi potrebbero essere utilizzati per segnalare la posizione dei guasti sui cavi a MT, per telecomandare le cabine di distribuzione e, in particolare, permetterebbero la sostituzione dei delicati e costosi relè a ritorno di energia. Infatti si potrebbe ottenere, grazie a questi cavi di comando, l'asservimento degli interruttori generali di BT agli interruttori alla partenza dei cavi a MT, così da comandare l'apertura degli interruttori di BT quando siano aperti quelli di MT.

« L'ultima *memoria* di questo gruppo (A.a.05) è quella di Aurienna, Gagliardi e Massa, *Su alcuni problemi connessi all'introduzione delle reti di distribuzione a bassa tensione a maglie chiuse nei grandi agglomerati urbani.* In questa memoria gli autori trattano dei due casi fondamentali che si presentano al tecnico che voglia progettare una rete « a maglie chiuse ». Che si tratti cioè di una rete che debba essere costruita « ex novo », oppure di una rete che debba adattarsi, in un certo numero di anni, ad un'altra già esistente.

« Nel primo caso la soluzione dei problemi che si presentano consente di ricavare delle regole di progetto di validità generale ed è questo infatti quello che gli autori si sono anzitutto proposti. Vengono elencati tutti i parametri a disposizione del progettista e si stabiliscono dei rapporti di massima tra questi parametri onde ricavare delle indicazioni generiche sulla rete che si intende progettare. Analizzando reti realizzate in vari paesi gli autori riportano delle curve che forniscono il numero di feeder a MT in funzione del rapporto tra le totali potenze di trasformazione da installare e la totale potenza assorbita alla punta. Inoltre vengono riportate delle curve che danno le potenze più convenienti da installare in funzione delle densità di carico ed altre ancora che danno le sezioni di conduttori più convenienti in funzione di tali potenze.

« Fissate le regole di progetto di validità generale, gli autori passano a considerare il caso della ristrutturazione di una rete preesistente. Anche qui vengono fornite delle indicazioni che possono servire di guida a chi si accinge a considerare questi problemi.

« Gli autori concludono la memoria con un breve esempio applicativo, relativo all'area del Comune di Napoli servita dall'ENEL.

« Il contenuto delle quattro memorie in esame suggerisce alcune considerazioni che possono offrire uno spunto alla discussione.

1) In tutte le memorie è stato trattato ampiamente il problema della magliatura della rete di BT, mentre quello della magliatura della rete a MT è stato soltanto accennato. Questa pratica risulta invece essere molto diffusa in Germania, dove si hanno numerosi esempi di reti a MT magliate messe a terra mediante una bobina di Petersen. Sarebbe interessante conoscere il parere degli autori al riguardo, soprattutto tenendo conto che tale problema viene trattato in un'altra memoria (1), dove vengono messe a confronto le strutture radiali classiche (con neutro a terra o isolato) con la struttura magliata della rete a MT di tipo tedesco.

2) Nelle memorie presentate si considerano le reti "a maglia" prevalentemente per zone cittadine, come quartieri residenziali, agglomerati urbani o periferici ecc., alimentate per lo più con cavi, e trascurando l'applicazione ad altre zone tipiche. Può essere interessante conoscere se questo tipo di rete è decisamente antieconomico per zone rurali o semi-industriali, con l'impiego di linee aeree in BT anzichè di cavi, se sono stati fatti studi al riguardo e se esistono degli esempi di applicazione in altri paesi.

3) Il sistema di esercizio "a maglie" sulla BT presenta indubbiamente numerosi vantaggi come è stato messo in evidenza nelle memorie qui esposte e come lo dimostra il favore incontrato in

(1) Lagostena - Noferi - Reggiani - Ressi di Cervia: *Risultati di studi comparativi tra i criteri di progetto e di esercizio delle reti a media tensione in Francia, Germania e Italia.*

molti paesi. Non ci sembra però che sia stato trattato compiutamente il problema dell'economicità di tale soluzione, soprattutto nel caso di trasformazione di reti radiali classiche già esistenti in reti a maglia. Nella memoria di Aurienna, Gagliardi e Massa si accenna appunto alla possibilità di tali trasformazioni, da effettuarsi in un certo numero di anni. Sarebbe interessante conoscere se sono stati fatti altri studi su reti esistenti per stabilire la convenienza di effettuare una siffatta trasformazione. Soprattutto si vorrebbe sapere se in questi studi è stato valutato, sia pure approssimativamente, anche il costo delle perdite e della "qualità del servizio", intendendo con ciò il costo dell'irregolarità di tensione, dei kWh non distribuiti in seguito a guasti o a lavori ecc., onde poter tener conto, nella valutazione economica complessiva, della convenienza di un sistema rispetto all'altro per quanto riguarda questi importanti parametri.

4) Gli autori non hanno ritenuto necessario trattare delle reti tipo "Network", dove tutta la rete di BT viene rigidamente collegata con esclusione delle valvole. Quando si verifica un guasto in un punto qualsiasi, il guasto stesso persisterà, non essendoci fusibili di protezione, fino alla fusione del cavo nel punto in cui esso è danneggiato. Sarebbe interessante conoscere il parere degli autori o di altri esperti su questo tipo di rete, soprattutto alla luce delle esperienze nei paesi dove tali reti hanno trovato un vasto impiego.

ALLEGATO D2

Gruppo di memorie II

(A.a.06, 07, 08)

« Le memorie di questo gruppo riguardano i problemi della distribuzione dell'energia elettrica in aree industriali ed i criteri usati per la progettazione delle reti di distribuzione in particolari complessi industriali, centri siderurgici e media industria meccanica automobilistica, con particolare riguardo alla regolazione della tensione, alla protezione delle reti ed al controllo dei carichi.

« Dagli autori vengono indicati i sistemi ritenuti più idonei per ottenere la riserva della trasmissione e per tenere conto del probabile aumento del carico e di futuri ampliamenti. Per l'alimentazione elettrica degli impianti industriali, è stato considerato oltre all'allacciamento alla rete elettrica esterna ad alta tensione anche una quota di autoproduzione con propria centrale termica, che nel caso dei centri siderurgici di Piombino e Bagnoli utilizza la disponibilità di gas e di vapore ricavabili dai processi siderurgici.

« Nella *memoria* A.a.06 gli ingegneri CERAGIOLI, MINOJA e ZANI trattano la progettazione di una media industria meccanica mettendo in particolare evidenza le necessità di predisporre opportune riserve.

« L'industria meccanica la cui alimentazione è presa in esame è una industria automobilistica, che ha gruppi di consumo molto diversi e variamente dislocati tra loro e ciò sia dal punto di vista del carico che da quello della durata delle punte di carico.

« In tale tipo di industria le esigenze tecnologiche, indipendentemente dal problema del minor costo di installazione e dal numero dei punti di trasformazione, portano a ripartire l'area di uno stabilimento in più settori destinati a fasi diverse di produzione, seguendo nella suddivisione dell'area tra i centri di trasformazione, le suddivisioni tecnologiche in relazione anche ai disturbi che una parte della rete può determinare su altre parti quando i carichi sono allacciati direttamente sulla rete a bassa tensione (vedi saldature).

« I criteri seguiti nell'impostazione dello studio, tenendo presenti i danni derivanti dalla mancata produzione, sono i seguenti:

a) selettività delle protezioni dell'impianto elettrico;

b) identificazione immediata del guasto e misure idonee prese dalla direzione dei servizi di fabbrica;

c) impianto studiato per sopperire facilmente all'ampliamento dello stabilimento (corrente di corto circuito e tensione più convenienti nello stadio finale di costruzione);

d) alimentazione con due vie tra loro indipendenti dei punti nodali delle reti a media tensione;

e) l'alimentazione ad alta tensione condotta al baricentro dei carichi;

f) rete a bassa tensione il più possibile magliata.

« Sono stati presi alcuni dati sperimentali per i carichi specifici per ottenere i valori del carico presumibile della rete. Per la rete dello stabilimento in questione il carico totale presumibile si ottiene moltiplicando i valori per unità di superficie indicati per la superficie lorda dei fabbricati.

« La realizzazione dell'installazione è stata prevista in 4 fasi.

« La prima e la seconda fase sono già state compiute ed il risultato di esercizio per queste due prime fasi ha dimostrato l'attendibilità dei dati forniti in sede di prima progettazione.

« La prima fase riguarda la produzione della carrozzeria; la seconda fase riguarda la parte iniziale della produzione dei gruppi meccanici forge e fonderia; la terza fase le restanti parti della produzione; la quarta fase l'ampliamento della potenzialità dello stabilimento nel suo complesso.

« Oltre alla alimentazione dall'esterno è prevista anche dell'autoproduzione; che modesta nella prima fase, aumenta nelle fasi successive.

« L'alimentazione alla rete esterna è assicurata da due allacciamenti indipendenti a tensione diversa ed anche nel caso di disservizio totale nella rete esterna, i servizi essenziali rimarrebbero assicurati dall'autoproduzione.

« La tensione principale di distribuzione è stata determinata per ottenere il valore economicamente più vantaggioso, sia nei riguardi dei costi delle apparecchiature, cavi, ecc. che delle perdite nei cavi stessi, tale tensione è risultata di 20 kV. Inoltre per evitare valori elevati di corrente di corto circuito si è previsto l'impiego di bobine di reattanza, che però verrà realizzato quando le condizioni effettive alla rete primaria di alimentazione, determinanti dal punto di vista del valore della corrente di corto circuito lo richiederanno.

« Gli autori passano quindi alla descrizione dei quadri e dei criteri costruttivi; il quadro generale a 2 kV è a doppio sistema di sbarre (alimentazione esterna e autoproduzione) sistema a giorno con protezione contro gli archi dei sistemi di sbarre e verso le celle degli interruttori; sistema di comando ad aria compressa.

« I quadri di reparto a media tensione, posti all'interno dei fabbricati in prossimità delle utenze sono del tipo chiuso — con comando ad aria compressa degli interruttori e con comando manuale dei sezionatori, con opportuni blocchi meccanici per evitare false manovre dei sezionatori.

« Sono previste protezioni differenziali di linea con tempo di interventi breve, per proteggere selettivamente i vari tratti di cavo a 20 kV tra i vari quadri di reparto e tra questi e quello in centrale.

« Per i motori alimentati a media tensione e per i trasformatori di forza motrice sono previste protezioni di massima corrente.

« È stato anche previsto l'impiego del dispositivo di segnalazione e ricerca di guasto a terra per tutti i cavi in arrivo o partenza del quadro a 20 kV di centrale.

« Le varie protezioni sono installate in un quadro relè situato posteriormente al quadro con schema elettrico sinottico in sala quadri in centrale.

« Trattandosi di una industria trasferita, la potenza di trasformatori media bassa da installare si è limitata ad un aumento di circa il 30 % del carico massimo della rete. Dato che la distribuzione in media tensione si è addentrata quanto più possibile nei vari fabbricati i trasformatori media bassa tensione hanno dimensioni non elevate, con potenze da 450 - 630 - 1 000 kVA.

« Per quanto riguarda la distribuzione a bassa tensione, la rete è prevista del tipo radiale, fornendo ogni ramo energia in modo autonomo a determinate superfici del fabbricato, e si è prevista tra le varie stazioni di trasformazione l'installazione ed interconnessione di cavi di soccorso che intervengono con sufficiente rapidità nel caso di fuori servizio di un trasformatore.

« Tali cavi praticamente costituiscono una rete ad anelli, che normalmente vengono eserciti aperti.

« Per quanto riguarda invece il reparto assemblaggio carrozzerie, dato il grande numero di saldatrici installate, lavoranti con forti punte di corrente e ad intermittenza, si è ricorso ad una rete magliata.

« Ciò comporta l'installazione di trasformatori nei punti di massimo carico, e cioè nell'interno dei fabbricati, impiegando oli clorurati del tutto ininfiammabili per evitare ogni pericolo.

« La rete di cui sopra nel caso in esame è costituita da maglie rettangolari di 16×24 m impiegando cavi da 200 mm².

« Per il valore della corrente nominale delle valvole poste nei vari nodi, si è scelto, dopo calcoli e prove, il valore di 500 A.

« Nella *memoria* A.a.07 di DANEU - PELLIZZARI, *Aspetti attuali della distribuzione elettrica in grandi aree industriali*, gli autori dopo avere ricordato l'importanza che la distribuzione dell'energia elettrica assume nei grandi impianti industriali, esaminano in particolare la scelta più appropriata dello schema in relazione alla espansione della rete, gli accorgimenti per la limitazione delle correnti di guasto, la eliminazione delle armoniche di corrente e viene accennato ai problemi delle protezioni e del controllo centralizzato.

« Per quanto riguarda la scelta dello schema di collegamento fra i centri di distribuzione, la sottostazione principale e la centrale elettrica (quando questa esiste) e tenendo conto di futuri ampliamenti o di incremento di potenza, gli autori indicano per la

scelta quello a tipo radiale semplice, doppio o multiplo, radiale doppio commutabile e ad anello semplice o doppio.

« Per la limitazione della corrente di guasto, gli autori indicano diversi accorgimenti, tra i quali l'impiego di reattori da inserire nella rete, la separazione delle sbarre, l'aggiunta di nuovi centri di distribuzione e l'aumento d'impedenza delle linee di alimentazione.

« Per i sistemi a bassa tensione viene indicata la possibilità di impiegare fusibili ad alta prestazione ad intervento istantaneo in combinazione con interruttori automatici.

« In merito al rifasamento nell'indicare i due sistemi classici di rifasamento, condensatore sincrono rotante e condensatore statico, indicano che la scelta dei due mezzi va fatta tenendo conto della possibilità e velocità di regolazione della potenza reattiva.

« Per le armoniche di corrente, nel caso di rete a elevata potenzialità queste rivestono in generale modesta influenza, nel caso invece di reti a bassa potenzialità gli autori indicano l'opportunità d'impiegare circuiti filtro, ed i due problemi rifasamento ed eliminazione di armoniche, quando si impiegano condensatori statici, sono spesso in stretta correlazione e vanno risolti insieme.

« Il controllo centralizzato delle informazioni e dei comandi, con adeguati sistemi di protezione selettivi e rapidi, porta un notevole contributo alla continuità del servizio.

« Gli autori citano ad esempio che con l'impianto di supervisione del sistema elettrico del centro siderurgico di Taranto, dopo tre anni di esercizio, l'esperienza è da considerarsi positiva.

« Come protezioni gli autori indicano, almeno per la rete primaria e per i più importanti feeders che allacciano le cabine dei reparti, quella con relè differenziali, tanto più necessari se le cabine sono alimentate con doppie linee proporzionate ciascuna per il massimo carico del reparto.

« Gli autori poi passano ad esaminare il problema del controllo e della regolazione del carico, con particolare accenno al controllo della potenza prelevata dalla rete esterna ed indicano vari sistemi per la regolazione automatica del carico.

« Con la *memoria* A.a.08 di PELLIZZARI, *I sistemi elettrici nei centri siderurgici di Bagnoli e Piombino,* vengono illustrati i criteri di carattere tecnico e funzionale che hanno portato alla scelta dei sistemi di distribuzione dell'energia elettrica nei due centri siderurgici su citati.

« L'autore nel ricordare quale era la situazione della rete di distribuzione dell'energia elettrica prima dell'ampliamento dello stabilimento di Bagnoli, ampliamento che ha portato alla ricostruzione di buona parte dei suoi impianti, per arrivare ad una produzione annua di acciaio tripla di quella raggiunta all'inizio dei lavori, passa ad illustrare i criteri che hanno guidato la scelta della nuova distribuzione.

« Tali criteri hanno portato alle seguenti decisioni:

— sovrapporre alla rete esistente a 5 kV un nuovo sistema primario a 30 kV;

— assicurare una doppia alimentazione a tutte le sottostazioni primarie ed a tutte le utenze;

— suddividere l'impianto in più centri di carico, che consenta anche ampliamenti futuri;

— prevedere la fornitura di energia sia dalla centrale dello stabilimento che dalla rete esterna;

— assicurare, attraverso l'impiego di protezioni selettive opportunamente coordinate, l'assoluta continuità del servizio;

— ridurre i costi di esercizio, limitando le perdite di trasporto e distribuzione e l'impiego di personale a presidio delle singole cabine;

— mettere a disposizione tensioni ben regolate con possibilità di controllo degli scambi di potenza reattiva con la rete esterna.

« L'autore indica come configurazione della rete di distribuzione più idonea per la topografia dei carichi dello stabilimento di Bagnoli quella radiale, che permette anche l'aggiunta di nuovi carichi, e più economica rispetto a quella ad anello.

« L'autore passa poi ad indicare i provvedimenti presi per la regolazione della tensione, ed esamina il problema delle protezioni delle reti di distribuzione (sia la nuova che la preesistente) allo scopo di raggiungere una completa selettività di intervento sotto guasto e un razionale coordinamento.

« Illustra poi i criteri fondamentali seguiti per proteggere l'intera rete a 30 e 5 kV e precisamente:

— collegamento diretto a terra del neutro del sistema a 30 kV ed a mezzo resistenza limitatrice del sistema a 5 kV;

— impiego di relè differenziali applicati ai singoli tronchi di linee a 30 kV ed ai principali feeders a 5 kV alle sbarre a 30 e 5 kV delle sottostazioni ed ai grossi trasformatori 30/5 kV.

« La rete a bassa tensione è protetta con relè ad intervento diretto del tipo selettivo sulle partenze dai power center e di tipo tradizionale, con elementi termici e magnetici sulle utenze.

« Tutto il sistema di distribuzione sarà controllato da un quadro di supervisione in centrale, per assicurare le migliori condizioni di esercizio sotto l'aspetto tecnico economico.

Rete di distribuzione elettrica per lo stabilimento di Piombino.

« Il programma di sviluppo dello stabilimento di Piombino prevedeva due diversi piani:

— il primo ultimato da pochi anni riguardava il potenziamento degli impianti esistenti;

— il secondo, che per ora ha avuto parziale attuazione, prevede la realizzazione, a fianco dell'attuale centro, di nuovi impianti di grande capacità, per triplicare la produzione attuale.

« L'attuazione dovrà avvenire in 3 fasi successive.

« Per l'attuazione della prima fase, l'autore esamina i tre provvedimenti adottati.

« Una nuova centrale con gruppo da 40 MW utilizzante i gas residui ed il vapore disponibili, fornitura di energia dalla centrale termica esistente e fornitura integrativa dall'Enel.

« L'autore accenna ai motivi che hanno portato alla scelta della tensione di distribuzione a 60 kV (elevata potenza in gioco ed effettuazione dell'allacciamento alla rete esterna senza trasformazioni intermedie).

« Contemporaneamente alla scelta della tensione primaria si è proceduto alla scelta della tensione secondaria, in base ai carichi, loro dislocazione, possibilità di alimentazione diretta dei grossi motori e valori della corrente di guasto. Il valore prescelto è stato quello di 10 kV.

« L'autore passa poi all'esame dei criteri seguiti nella scelta dello schema di distribuzione, e tenuto conto dello schema topografico dell'impianto, dopo avere esaminato tre diverse configurazioni e precisamente:

— schema radiale con feeders a 60 kV derivati da un'unica sottostazione principale;

— schema radiale con feeders a 60 kV derivati da due sottostazioni principali;

— schema a 2 anelli a 60 kV chiusi sulla sottostazione della centrale termica;

rileva che il terzo è quello che più si adatta alla topografia dell'impianto e che consente di realizzare una apprezzabile economia.

« La distribuzione secondaria a 10 kV è radiale con feeders doppi in cavo, mantenuti in parallelo; ogni feeders è protetto con relè differenziali che consentono una notevole selettività d'intervento.

« L'autore descrive i provvedimenti adottati per la regolazione della tensione a 60 kV e per la ripartizione del carico fra le tre sorgenti di alimentazione concludendo che per la regolazione della tensione, tenendo presente che all'avviamento dei motori dei grandi laminatoi, si raggiunge la punta massima del carico reattivo in tempi molto brevi, ritiene necessario di prevedere a fianco del gruppo generatore da 40 MW la installazione di un sincrono rifasatore, con eccitazione statica ad elevata rapidità di risposta.

« In merito al problema della ripartizione del carico attivo fra le tre sorgenti d'energia, dal bilancio relativo alla potenza attiva prelevabile dalle 3 sorgenti di energia, emerge che per variazioni di carico fino al valore di 83 MW il carico può essere regolato per mezzo del nuovo gruppo da 40 MW.

« Per regolare il carico mediante il nuovo gruppo da 40 MW e per la ripartizione del carico stesso fra il gruppo e le linee a 60 kV si è previsto:

— la scelta di una centrale con caratteristiche di alta elasticità, con caldaia e gruppo generatore funzionante a carico variabile;

— l'impiego di un ripartitore automatico del carico fra centrale e linee.

« Dal contenuto delle 3 memorie di questo secondo gruppo scaturiscono considerazioni che portano ad orientare la discussione anzitutto sulla struttura delle reti e sui criteri di protezione adottati rispetto alla continuità del servizio.

« In particolare:

1) La riserva di trasmissione può essere ottenuta a mezzo di anelli, maglie aperte e radiali con riserva al 100 %.

« Quali sono i campi di applicazione più convenienti per ciascun sistema?

2) Nello stabilire la riserva dei trasformatori (reti radiali) si potrebbe tenere conto della sovraccaricabilità transitoria e di una accettabile diminuzione di vita della macchina facendo assegnamento sulla intercambiabilità offerta dalla unificazione e su una unità mobile tenuta a disposizione per una sostituzione rapida?

3) Per effettuare le scelte migliori dal punto di vista tecnico economico si è cercato di valutare nei vari casi l'onere del disservizio.

« Quali valori sono risultati? (lire/kWh interrotto)?

4) Quali sono i mezzi migliori di sviluppo della rete contenendo entro limiti accettabili le correnti di corto circuito?

5) Quali criteri si sono seguiti nel determinare il valore e la distribuzione ottimi dei condensatori di rifasamento?

ALLEGATO D3

Gruppo di memorie III

(A.a.09, A.a.04)

« Nella *memoria* A.a.09 di GAGLIARDO e VIGNI, *Alcune notizie sulla utilizzazione dei piani regolatori dei centri urbani per la programmazione delle cabine di distribuzione MT/BT* gli Autori mettono in evidenza l'assoluta necessità per il progettista di conoscere, sia pure con una certa approssimazione, lo sviluppo dei carichi civili ed industriali di una determinata zona che deve essere servita da una rete di distribuzione.

« Uno dei sistemi per conoscere l'ubicazione e i valori dei carichi presumibili è quello di servirsi dei Piani Regolatori cittadini. Si osserva infatti che per le zone residenziali e commerciali esiste una correlazione tra le cubature edilizie consentite e le potenze richieste. Per quanto concerne le industrie e l'artigianato non è possibile ricorrere ai piani regolatori, bensì a piani di sviluppo economico ecc. Gli autori forniscono delle tabelle relative ai carichi urbani, dove in funzione del tipo di costruzione è possibile ricavare le potenze installate e i coefficienti di carico necessari.

« Viene messa in evidenza inoltre la necessità di dover ricorrere anche a delle rilevazioni ed analisi statistiche fatte su quartieri campioni, onde poter integrare le informazioni incomplete desumibili dai piani regolatori stessi. Successivamente gli Autori danno alcuni esempi di impiego del metodo descritto, fornendo inoltre dei dati, suggeriti dall'esperienza, sulle potenze più convenienti in funzione della densità di carico.

« Nella seconda *memoria* di questo gruppo (A.a.04), quella di MASONE e TANCREDI, *La potenza da assegnare alle cabine AT/MT nella distribuzione urbana,* viene trattato il problema della scelta delle potenze delle cabine primarie in funzione della densità dell'area da servire e nel rispetto di determinati vincoli, quali la caduta di tensione e la portata ammissibile dei cavi.

« In questa trattazione si fa riferimento ad un'area omogenea, di forma circolare, servita da una cabina primaria e situata al centro di essa. Vengono ricavate delle formule di costo degli impianti di alta e media tensione. Successivamente, con alcune elaborazioni analitiche, e servendosi di dati tipici della città di Roma, vengono riportate delle curve di minimo costo per diverse condizioni di carico e di rete.

« Entrambe queste memorie fanno parte del campo di quegli studi che vanno sotto il nome di "planning" delle reti di distribuzione. La prima, quella di GAGLIARDO e LI VIGNI si riferisce a una rete reale, esistente, da progettare nei suoi particolari, mentre la seconda, di MASONE e TANCREDI, si riferisce a una rete ideale, omogenea, il cui studio può dirsi la premessa necessaria per ogni progetto concreto. Infatti gli studi di planning di reti ideali devono servire appunto per stabilire le sezioni, le potenze più convenienti che dovranno successivamente essere adottate nella realtà.

« Per entrambi questi tipi di studi mi pare perciò di fondamentale importanza l'ausilio di mezzi appropriati, quali i calcolatori digitali, per poter elaborare in tempi sufficientemente brevi il numero enorme di dati e di variabili cui si deve fare riferimento. Agli autori di queste memorie ed eventualmente ad altri esperti vorrei chiedere appunto quale è lo stato di queste applicazioni del calcolo digitale al problema del planning per reti di distribuzione. In particolare, con riferimento alla memoria di MASONE e TANCREDI sul planning di reti ideali, sarebbe interessante conoscere se studi di questo genere sono stati fatti o comunque iniziati per tener conto di quello che mi sembra un fattore di primaria importanza, e cioè l'incremento nel tempo dei carichi secondo certe leggi prefissate.

ALLEGATO D4

Gruppo di memorie IV

(A.a.10)

« Sino ad anni recenti gli studi delle possibili applicazioni della trasmissione in corrente continua sono stati limitati al trasporto su lunghe distanze da luoghi di generazione a centri di consumo ed all'attraversamento di bracci di mare di lunghezza tale da rendere la soluzione in corrente continua l'unica alternativa possibile.

« Il costo ridotto dei cavi in corrente continua, rispetto a quello dei cavi in corrente alternata, ed altri vantaggi intrinsechi nella trasmissione in corrente continua, quali la possibilità di regolare i flussi di potenza e limitare le correnti di corto circuito, hanno indotto i tecnici a considerare tale tipo di trasmissione anche nello sviluppo dei sistemi elettrici di grandi metropoli.

« Nella memoria *L'applicazione di collegamenti in corrente continua nell'alimentazione delle reti a media tensione di grandi centri urbani* di TASCHINI vengono illustrati alcuni schemi di sviluppo misto in corrente alternata e continua, di un sistema elettrico urbano di trasporto e distribuzione.

« Tali schemi, proposti di recente da vari autori, prevedono di sopperire all'aumento di carico sulla media tensione con l'adozione di collegamenti in corrente continua tra la rete di trasporto e le reti di distribuzione, bypassando eventuali livelli di subtrasmissione.

« Nella memoria vengono esaminate le limitazioni di natura tecnica all'applicazione di schemi di rete di questo tipo; vengono inoltre fornite indicazioni sulle caratteristiche dell'area da servire per le quali gli schemi descritti diventano competitivi con gli schemi tradizionali esclusivamente in corrente alternata. Si conclude che l'applicazione di schemi misti in corrente alternata e continua è al presente pensabile solo per aree urbane di eccezionale estensione.

« Riguardo a quest'ultima memoria mi sembra che i seguenti quesiti abbiano un certo interesse:

1) gli schemi di sviluppo misto in corrente alternata e continua, illustrati nella memoria, presentano, come sottolineato dall'autore, notevoli limitazioni. Quali altre applicazioni sono pensate possibili per la trasmissione in corrente continua nel campo delle reti elettriche in aree urbane?

2) un confronto economico corretto tra metodi di sviluppo del sistema in corrente continua e corrente alternata o solo in corrente alternata sembra assai difficile. Quali sono i punti da tener presente in particolare modo in tale confronto?

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo a): *Struttura delle reti di distribuzione MT e BT e loro pianificazione (reti di distribuzione in aree residenziali, reti di distribuzione in aree industriali, reti di distribuzione rurale, produzione potenza reattiva, rifasamento)*

Relatore: E. FINARDI

ALLEGATO E1

« Il complesso delle dodici memorie dalla A.a.11 alla A.a.22 può essere suddiviso, a seconda degli argomenti in essa trattati, in tre gruppi e 4 memorie singole.

« Delle linee a media tensione si occupano le seguenti memorie:

A.a.11 GARAU F.: *Considerazioni su una rete di distribuzione a MT.*

« Tra le diverse possibili configurazioni che può assumere una rete di distribuzione a MT, l'autore ne esamina una particolare e ne illustra le caratteristiche peculiari ed i vantaggi.

« La rete è costituita essenzialmente da centri nodali denominati "centri di smistamento" ciascuno dei quali è separatamente collegato con alimentatori alle stazioni o cabine primarie.

« I centri sono tra di loro connessi mediante distributori a MT nei quali sono inserite in serie le cabine secondarie MT/BT.

« Ciascun distributore è alimentato, in condizioni normali, o dall'uno o dall'altro dei centri di smistamento.

« Sulla base di tali premesse, l'autore illustra con considerazioni matematiche, le relazioni che intercorrono fra il numero dei centri di smistamento, il numero dei distributori ad essi collegati, suddiviso fra distributori alimentati in servizio normale e distributori alimentati soltanto in condizioni di emergenza, ed infine la potenza degli alimentatori.

« La memoria conclude elencando i vantaggi connessi con il sistema di rete a MT proposto, fra i quali ci sembra siano da mettere in evidenza:

— la semplificazione dell'esercizio della rete, e delle caratteristiche costruttive dei centri di smistamento con conseguente diminuzione dei costi di esercizio e di impianto;

— la possibilità di escludere dall'esercizio un centro di smistamento e di ripartire il carico sui centri adiacenti;

— la possibilità di adottare per tutta la rete due soli tipi di conduttori, uno per gli alimentatori ed uno per i distributori.

A.a.13 ARCANGELI P. - GRAMSCI G.: *Reti a media tensione in cavo per la distribuzione di energia in centri urbani di media importanza.*

« I centri urbani di media importanza posseggono da tempo reti di distribuzione a MT in cavo. Tali reti, sorte come sostituzione o adattamento di reti aeree, divenute incompatibili con lo sviluppo edilizio, presentano prevalentemente uno sviluppo radiale e sono sovente inadeguate alla sempre crescente evoluzione dei consumi. Gli eventuali collegamenti trasversali effettuati al fine di migliorare il servizio nel caso di guasti hanno sovente un'importanza relativa, e la loro effettiva utilizzazione è legata principalmente alla più o meno profonda conoscenza della rete da parte degli operatori.

« Gli autori espongono i motivi che sconsigliano il continuo potenziamento delle reti così impostate, motivi che si possono riassumere nella eterogeneità delle classi di isolamento dei cavi via via posati, nel tracciato degli stessi divenuto col tempo irrazionale, nel pericolo di esaltare con gli ampliamenti i difetti originari, e nella irrazionale posizione topografica delle cabine nei riguardi della nuova utenza.

« Una rete in cavo di moderna concezione dovrà avere, come caratteristiche peculiari, un ampio margine di potenza in previsione degli aumenti futuri dei carichi e la possibilità di una rapida localizzazione dei guasti per il ripristino del servizio con esecuzione di manovre secondo semplici schemi prestabiliti.

« Esaminando il problema del rifacimento delle reti di distribuzione sotto il duplice profilo della efficienza ed elasticità del servizio e della utilizzazione dei cavi in opera, gli autori convengono che lo schema a "maglie di anelli aperti" è il sistema più aderente ai requisiti sopra esposti.

« Come è noto, tale schema prevede l'inserzione delle cabine in circuiti a MT ad anello aperto ciascuno alimentato con un feeder, da una stazione o cabina primaria. Gli anelli sono tra loro collegati mediante circuiti ponte con funzione di riserva.

« Le cabine nodali possono, in taluni casi, essere dotate, anzichè di interruttori, di sezionatori sotto carico, i quali con l'ausilio di relè temporizzatori opportunamente coordinati col ciclo di richiusura dell'interruttore inserito sul feeder, sono in grado di selezionare i semianelli sedi di guasti.

« La memoria contiene uno schema di tale applicazione.

A.a.14 Santi G. - Tancredi M.: *Modelli di rete di distribuzione dell'energia elettrica.*

« La memoria fa precipuo riferimento ai casi di stazioni o cabine primarie AT/MT alimentanti reti in cavo e quindi al servizio di aree con elevata densità di carico quali quelle urbane.

« Assimilando l'area servita in media tensione da una stazione o cabina primaria ad un poligono regolare i cui apotemi siano i cavi principali ed i segmenti paralleli ai lati i cavi laterali, ed assumendo una densità di carico costante, gli autori sviluppano la teoria matematica che conduce all'impostazione di due equazioni fondamentali.

« La prima dà la caduta di tensione fra la cabina primaria ed il più distante dei trasformatori MT/BT alimentati, in funzione:

— della potenza installata nella cabina;
— della densità di carico;
— del numero dei cavi principali;
— delle sezioni dei cavi principali e laterali.

« La seconda equazione fornisce le perdite per unità di superficie in funzione:

— del valore della media tensione;
— della densità di carico;
— del numero dei cavi principali;
— della sezione dei cavi principali e laterali.

« Entrambe le equazioni sono illustrate con opportuni diagrammi che purtroppo si riferiscono a valori della media tensione non adottati in Italia.

« Gli autori passano quindi ad esaminare l'influenza della densità di carico e della caduta di tensione sulla superficie servita e sul numero dei cavi principali uscenti da una cabina primaria e visualizzano il fenomeno mediante opportuni disegni.

« Caso particolarmente significativo è quello relativo ad un incremento della densità di carico fronteggiato aumentando il numero dei cavi principali che consente di mantenere costanti la superficie servita e la caduta di tensione.

« Gli autori descrivono poi un modello di "rete ad anelli" che si discosta da quello "a cavi principali e laterali" esaminato per la trattazione teorica svolta nella prima parte della memoria.

« Tale modello si compone di un certo numero di anelli che alimentano le varie cabine MT/BT e che sono collegati alla cabina primaria mediante cavi adduttori radiali.

« Un unico adduttore funge da riserva a tutti gli altri ed il suo intervento è subordinato ad una serie di manovre che, se il guasto interessa uno degli anelli interni, è senz'altro cospicua.

« Gli autori confrontano infine i due modelli sin qui esaminati con una "rete radiale" costituita da cavi che, irradiantisi dalla cabina primaria, coprono ciascuno un settore dell'area di carico della cabina stessa.

« Dal confronto fra i tre schemi emerge che la rete a cavi principali e laterali presenta i valori minimi di caduta di tensione e di perdite totali, valori che aumentano rispettivamente del 48 % e del 40 % passando alla rete ad anelli, e del 4 % e del 2,1 % passando alla rete radiale.

« Gli autori affermano che le spese di realizzazione, considerando solo il costo del rame e dello scavo, sono equivalenti per la rete a cavi principali e laterali nonchè per la rete ad anelli, e del 40 % circa maggiori per la rete radiale.

« Concludendo lo studio, gli autori ritengono che la rete ad anelli, in una al vantaggio di possedere un ridotto numero di cavi uscenti dalla cabina, offra maggiori garanzie di sicurezza di esercizio, nonchè una maggiore rapidità e semplicità nella eliminazione dei guasti.

« Gli autori propongono vari schemi per le reti a MT e ovviamente ne espongono gli aspetti positivi. È da rilevare che la varietà di questi schemi, anche per soluzioni di problemi affini, potrebbe portare alla conclusione della inesistenza di un reale schema ottimale a carattere generale e sarebbe interessante se tale problema fosse oggetto di più approfondito studio.

ALLEGATO E2

« Gli aspetti e problemi della distribuzione monofase in media tensione vengono prospettati nella memoria:

A.a.12 Azzariti N. - Rocci I.: *Aspetti e problemi della distribuzione monofase in media e bassa tensione.*

« La memoria tratta prevalentemente le linee a media tensione ed in particolare le derivazioni monofasi da linee trifasi.

« Soluzioni di tal genere possono trovare applicazioni in impianti rurali quando occorra alimentare carichi di modesta entità molto distanziati fra di loro, come ad esempio si verifica per l'elettrificazione delle case sparse, problema quest'ultimo di grande attualità.

« Il sistema ha già avuto numerose applicazioni all'estero, applicazioni realizzate con derivazioni di due fasi ovvero con derivazioni di una fase e del neutro (USA), o infine con derivazioni di una sola fase utilizzando come ritorno la terra (URSS).

« Gli autori descrivono i diversi pregi che tale tipo di distribuzione comporta sotto il profilo tecnico.

« Essi si soffermano in particolare sulla descrizione dei posti di trasformazione e dei relativi trasformatori monofasi, la cui potenza ottimale è compresa tra 5 e 10 kVA.

« Riguardo a questi ultimi la memoria fa particolare menzione dei trasformatori autoprotetti largamente diffusi negli Stati Uniti.

« Tra i principali vantaggi tecnici della distribuzione monofase a MT la memoria mette in particolare rilievo quello di una migliore qualità del servizio derivante da una riduzione delle cadute di tensione rispetto alla distribuzione in bassa tensione con rete trimonofase.

« Chiunque si sia occupato di elettrificazione rurale sa poi come sia difficile affrontare richieste di aumenti di potenza su linee in bassa tensione progettate per carichi iniziali molto modesti.

« Ovviamente la distribuzione monofase presenta dei limiti uno dei quali risiede nella ridotta potenza dei motori monofasi oggi offerti dal mercato (2-2,5 CV).

« Se la distribuzione monofase in MT si diffondesse tale limite di potenza potrebbe essere incrementato arrivando a motori da 5 CV, normalmente prodotti negli Stati Uniti, ed anche oltre.

« L'ultima parte della memoria, corredata da uno studio teorico in appendice, affronta il problema dell'influenza delle derivazioni monofasi da linee trifasi sulle protezioni varmetriche generalmente adottate in Italia, dove il sistema a media tensione funziona con neutro isolato.

« Sotto tale profilo, pur affermando che ogni caso deve essere singolarmente studiato, gli autori forniscono alcuni interessanti valori, in termini di estensioni di rete, al di sotto dei quali non dovrebbe verificarsi l'intervento intempestivo delle protezioni varmetriche.

« Tale intervento dovrebbe essere escluso quando l'estensione della rete monofase sia inferiore al 5 % di quella dell'intera rete trifase, e quando, per una singola linea tri-monofase, la estensione della parte monofase, percentualmente riferita a quella della parte trifase, sia compresa fra il 10-15 % per linee lunghe a tensione maggiore ed il 50-60 % per linee brevi a tensione minore.

ALLEGATO E3

A.a.22 PARIS L. - RESSI DI CERVIA A. - SFORZINI M.: *Il rifasamento delle reti di distribuzione nel quadro della pianificazione ottima dei sistemi elettrici.*

« Il sistema di produzione e trasmissione vede i sistemi di distribuzione come punti di carico caratterizzati da una certa evoluzione dei diagrammi di prelievo delle potenze attive e reattive.

« Mentre il diagramma delle potenze attive non dipende dalle caratteristiche dei sistemi di distribuzione, a meno delle perdite, il diagramma delle potenze reattive dipende invece da tali caratteristiche ed in particolare dalla posizione e dall'entità degli eventuali punti di erogazione di potenza reattiva.

« Gli autori, pur riconoscendo che il rifasamento ottimo delle reti elettriche imporrebbe una ricerca contemporanea di ottimo dei piani di sviluppo del sistema di produzione e trasmissione e dei sistemi di distribuzione, ammettono che, ai fini pratici, è indispensabile che la programmazione del sistema di produzione e trasmissione e dei sistemi di distribuzione avvenga separatamente.

« E infatti l'ottimazione del programma di sviluppo di un sistema nel suo complesso è stato dagli autori impostata effettuando separatamente la ricerca dei piani di sviluppo definiti "ottimi condizionati" sia per i singoli sistemi di distribuzione, sia per il sistema di produzione e trasmissione ed eseguendo, infine, con una operazione di minimo costo, l'individuazione del piano di sviluppo ottimo assoluto del sistema globale.

« Gli autori hanno impostato tale processo di ottimazione partendo dai diagrammi di prelievo della potenza attiva propria di ciascuno dei sistemi di distribuzione e dai due angoli di fase riferiti alle ore di massimo e di minimo prelievo.

« Tali ultimi due parametri sono poi opportunamente trasformati in altri due denominati dagli autori "caratteristiche di rifasamento" e così definiti:

Φ = fattore di potenza del prelievo della rete di distribuzione nelle ore di punta;

M = grado di modulazione dei condensatori installati (rapporto fra la potenza nominale dei condensatori di rifasamento disinseribili e quella totale).

« Riconosciuto che, per ciascuna rete di distribuzione, la ricerca delle caratteristiche di rifasamento Φ e M ottime assolute è molto complessa per l'enorme numero di parametri in gioco, vengono enunciate delle possibili semplificazioni sino a proporre lo studio dei piani di sviluppo ottimi delle caratteristiche di rifasamento per reti tipiche da semplice struttura attribuendone i risultati a casi reali con criteri di somiglianza.

« Viene quindi svolto un esempio su una rete tipica abbastanza simile a quella italiana del prossimo futuro composta da un sistema di produzione e trasmissione serie-parallelo e da sistemi di distribuzione radiali, rappresentati nella memoria con opportuni schemi.

« Tralasciando, per ovvii motivi di brevità l'enunciazione delle numerose ipotesi tecniche e dei dati di costo presi a base per lo svolgimento dei calcoli, i risultati degli stessi, riportati su opportuni diagrammi, possono essere così sintetizzati:

« Per i sistemi di distribuzione i costi totali attualizzati sono risultati minimi per un fattore di potenza alla punta, a rifasamento avvenuto, compreso fra 0,93 e 0,98 e per un fattore di modulazione M = 0,25 (25 % dei condensatori disinseribili).

« Per il sistema di produzione e trasmissione i costi attualizzati si riducono linearmente con l'aumentare del fattore di potenza alla punta sino al valore di 0,95 e ciò indipendentemente dal fattore di modulazione.

« Per valori del fattore di potenza superiori a 0,95 il fattore di modulazione acquista una certa influenza richiedendosi, per fattori di modulazione più bassi generatori con rapporto di corto circuito più elevato e quindi più costosi.

« Per *l'intero sistema* (distribuzione più produzione e trasmissione) la soluzione ottima per la rete tipica considerata appare essere quella con fattore di potenza alla punta di 0,98 e grado di modulazione di 0,25.

A.a.21 CANEVARI G. P. - COLOMBANI S. - SALVI G.: *Ottimazione tecnico-economica del rifasamento nel complesso delle reti di distribuzione.*

« Gli autori si sono proposti di fornire uno strumento matematico per calcolare le condizioni di rifasamento di massima convenienza tecnico-economica *per una rete di distribuzione di tipo radiale* soggetta al naturale incremento dei carichi e quindi tendente alla saturazione.

« L'adeguamento della rete può avvenire:

-- o col solo potenziamento della stessa;

— o rifasandola e, raggiunta la saturazione, potenziando la rete e rifasandola ancora.

« La convenienza dell'una o dell'altra soluzione viene valutata tenendo conto sia delle minori perdite sia della migliore utilizzazione della potenza apparente.

« Viene quindi svolta la teoria generale di detta ottimazione.

« Noto il diagramma annuale del carico globale della rete riferita ad un determinato anno, supposti costanti sia l'incremento percentuale annuo del carico, sia la potenzialità della rete in esame, può determinarsi l'anno in cui la rete, senza operare alcun rifasamento, sarà satura e dovrà quindi essere successivamente potenziata.

« Ammettendo invece di rifasare la rete stessa anno per anno con una adeguata aliquota di condensatori la saturazione di detta rete viene posticipata di un certo numero di anni. Da quel momento in poi gli autori prevedono che fino alla fine del programma la rete sia contemporaneamente potenziata e rifasata.

« Per ciascuna delle due ipotesi prospettate si debbono sostenere degli oneri la cui differenza determina la convenienza di una soluzione rispetto all'altra.

« L'impostazione matematica di tale differenza di oneri costituisce l'oggetto della memoria.

« Partendo da alcune ipotesi definite ipotesi di formulazione, gli autori impostano in termini matematici l'espressione del guadagno attualizzato, che si otterrebbe dopo un determinato numero x di anni, quale differenza fra gli oneri per potenziamento e per perdite con o senza rifasamento, detraendo ancora il costo dei condensatori e gli oneri per le perdite in questi ultimi.

« Da tale espressione gli autori ricavano la funzione del *guadagno totale* attualizzato che, con opportuna ricerca di massimo, consente la determinazione dell'entità del rifasamento ottimo.

« Dopo tale impostazione di validità generale gli autori sviluppano una teoria semplificata con l'introduzione di ipotesi aventi per l'appunto valore semplificativo, a conclusione della quale essi suggeriscono di effettuare, quando possibile, una soluzione grafica del problema onde ottenere, oltre al valore ottimale della potenza rifasante, anche l'andamento del guadagno nell'intorno del suddetto valore.

« Tra le ipotesi formulate per la teoria semplificata vi è quella che tutto il rifasamento a media tensione sia modulabile e che tutto il rifasamento a bassa tensione sia rigido.

« A causa di ciò, gli Autori richiamano l'attenzione su alcune conseguenze negative che potrebbero determinarsi nelle ore di basso carico con l'adozione integrale del rifasamento ottimale risultante dai calcoli e suggeriscono quindi di predeterminare accuratamente la potenza rifasante rigidamente inserita.

« Con l'adozione di ulteriori ipotesi semplificative, viene accennata una applicazione della trattazione oggetto della memoria al caso di una rete a tre stadi di trasformazione per il quale è stato elaborato anche un programma di calcolo meccanografico.

« Una esemplificazione della teoria esposta nonchè della relativa impostazione ed elaborazione meccanografica è contenuta nella memoria COLOMBANI - SALVI - SANI: *Applicazione di una teoria di ottimazione del rifasamento ad alcune reti reali di distribuzione.*

A.a.20 COLOMBANI S. - SALVI G. - SANI G.: *Applicazione di una teoria di ottimazione del rifasamento ad alcune reti reali di distribuzione.*

« La memoria è da considerare una esemplificazione della teoria riferita nella memoria G. CANEVARI - S. COLOMBANI - G. SALVI: *Ottimazione tecnico economica del rifasamento nel complesso delle reti di distribuzione*. I calcoli per l'ottimazione del rifasamento sono stati eseguiti meccanograficamente con un opportuno programma.

« L'applicazione dell'anzidetta teoria, oltre a consentire la determinazione del rifasamento di massima convenienza tecnico-economica della particolare rete presa in esame, nonchè la conseguente determinazione di un campo di valori delle condizioni di rifasamento entro il quale non si hanno notevoli variazioni della convenienza stessa, mette in luce l'influenza dei singoli termini introdotti nel calcolo della soluzione di massimo tornaconto.

« Gli autori prendono in esame il complesso delle reti alimentate dalle cabine primarie di Luisago e di Cucciago dell'esercizio Distrettuale Lombardia Nord dell'Enel che presentano caratteristiche topografiche, tecniche e di carico simili a quelle di gran parte delle reti di distribuzione del Compartimento di Milano.

« I diagrammi di carico annuali relativi alle potenze attive e reattive richiesti dalla teoria per il calcolo del rifasamento di massima convenienza, sono quelli rilevati dai rapporti di esercizio.

« Gli autori espongono dettagliatamente nella memoria i criteri seguiti per la valutazione dei parametri tecnici ed economici introdotti nel calcolo e riportano i valori numerici.

« In particolare l'incremento annuo del carico viene assunto pari all'8 %.

« Per il calcolo della convenienza è stato assunto l'anno quarantesimo a partire dall'anno di rilievo dei diagrammi di carico, in base alla considerazione che, trascorso tale periodo, tutti gli elementi costituenti le reti in esame saranno certamente saturi.

« Noti quindi i diagrammi di carico ed i valori dei parametri tecnico-economici, per mezzo dell'elaboratore elettronico è stato eseguito il calcolo dei guadagni conseguenti al rifasamento delle reti in esame, prefissando opportune combinazioni fra i valori delle potenze rifasanti, fissa e modulabile, nel campo delle quali era a priori previsto che si dovesse trovare quella ottimale.

« I guadagni, in funzione delle potenze rifasanti, sono riportati in opportuni diagrammi dall'esame dei quali si possono ricavare le condizioni dei rifasamenti ottimali nonchè i corrispondenti fattori di potenza.

« È stato quindi verificato che dette condizioni non dessero luogo, nelle ore di minimo carico, a sopraelevazioni di tensione superiori a limiti prefissati.

« A titolo di esemplificazione, nella memoria è anche riportato un piano quinquennale di installazione di condensatori, atto a mantenere i fattori di potenza ai valori ottimali.

« Gli autori prendono quindi in esame le condizioni di rifasamento diverse dalla combinazione ottimale e precisamente:

a) *solo rifasamento in MT*: in questa condizione il rifasamento ottimale presenta una diminuzione del guadagno pari al 24 %, rispetto al rifasamento ottimale assoluto;

b) *rifasamento in bt tale da ottenere sulle sbarre della cabina primaria un fattore di potenza uguale ad 1 al carico minimo.*

« In questa condizione si ha una diminuzione del guadagno, rispetto al rifasamento ottimale assoluto, pari al 15 % per la rete di Luisago ed al 9 % per la rete di Cucciago.

« Gli autori analizzano quindi il vantaggio totale annuo, nelle condizioni di rifasamento ottimale assoluto, dimostrando che nel suddetto vantaggio ha peso determinante (90 % circa) lo smobilizzo di potenza apparente negli elementi costituenti la rete rispetto alle minori perdite che si conseguono (10 % circa).

« Sull'onere globale del rifasamento il costo d'installazione dei condensatori a bassa tensione è nettamente superiore a quello dei condensatori a media tensione, mentre trascurabile appare l'influenza delle perdite nei condensatori stessi.

« La memoria prende quindi in esame l'influenza dei parametri economici sui risultati del calcolo del rifasamento ottimale assoluto arrivando alla conclusione che una variazione anche notevole dei parametri economici produce uno scostamento modesto dei valori dei fattori di potenza ottimali mentre ha notevole influenza sull'entità del guadagno.

« Gli Autori concludono osservando che, ai fini dello studio di un programma di rifasamento ottimale delle reti di distribuzione, può essere seguito il metodo di campionare le reti in tipi caratteristici e attribuire i risultati di ogni prototipo a tutte le reti della stessa classe, ciò in quanto le condizioni di rfasamento non lontane da quelle ottimali presentano modeste variazioni del guadagno globale.

« La memoria A.a.22 esamina il problema dell'ottimazione del rifasamento del sistema elettrico nel suo complesso comprendente cioè la produzione, il trasporto e la distribuzione.

« La memoria A.a.21 si occupa anch'essa del problema della ottimazione del rifasamento, riferito però alle sole reti di distribuzione.

« La memoria A.a.20 è una esemplificazione della precedente.

« I risultati cui pervengono le tre memorie sono in buona armonia tra di loro e sono suscettibili di determinare importanti sviluppi nell'attuazione del rifasamento alla quale l'ENEL sta procedendo sulla base di programmi ben definiti.

« Ciò in quanto le memorie prospettano come futura applicazione, che ci sembra valida ed interessante, quella di suddividere le reti di distribuzione in un ristretto numero di tipi, aventi caratteristiche affini.

« L'ottimazione dei vari tipi consentirà, con criteri di affinità, una più agevole e rapida realizzazione del rifasamento nelle singole reti di distribuzione.

ALLEGATO E4

« I criteri per la programmazione delle nuove stazioni e cabine primarie AT/MT formano oggetto delle seguenti memorie:

A.a.17 Chiarusi P. - Gubiotti P.: *Ricerca della densità ottimale di nodi AT/MT nelle reti di distribuzione.*

« Una rete ad alta tensione è destinata ad alimentare sia carichi concentrati rappresentati dagli abitati cittadini e dalle grosse industrie, sia carichi distribuiti la cui densità è variabile con continuità in funzione dello spazio.

« Oltre che i primi anche questi ultimi debbono essere alimentati con cabine primarie AT/MT che rappresentano delle erogazioni di carico concentrate dalla rete ad alta tensione.

« Nella memoria viene esposto lo studio della particolare configurazione della rete di distribuzione che consente l'alimentazione dei carichi distribuiti su una determinata area con il minor costo complessivo.

« La trattazione dello studio è basata sui seguenti dati di impostazione:

— lunghezza della linea AT che serve due cabine primarie pari alla loro distanza;
— valore della media tensione 20 kV;
— carico uniformemente distribuito lungo le dorsali a MT;
— caduta di tensione lungo le dorsali pari all'1,5 %;
— rapporto fra la lunghezza della dorsale ed il raggio d'azione della cabina primaria pari all'1,5.

« Gli autori ricavano quindi la relazione che rappresenta il costo complessivo di elettrificazione di una determinata area, quale somma dei costi delle linee AT, delle cabine primarie e delle reti a MT. Il costo complessivo risulta funzione delle seguenti tre variabili:

— densità del carico;
— raggio d'azione della cabina primaria;
— sezione del conduttore.

« L'influenza di quest'ultima sul costo complessivo è più apparente che reale in quanto gli Autori dimostrano che, con i prezzi attuali, il costo risulta minimo per il conduttore da 40 mm² a prescindere dai valori della densità del carico e dal raggio di azione della cabina. Solo elevatissime densità di carico possono giustificare sezioni superiori.

« In particolare la convenienza teorica per la sezione di 63 mm² si riscontra per raggi d'azione inferiori a 1 km.

« Dimostrata tale prima conclusione di notevole importanza, gli autori ricavano, con un'operazione di minimo costo, la funzione che intercorre fra densità di carico e raggio d'azione della cabina primaria e ne introducono i valori nell'espressione che fornisce il numero di partenze a MT da ciascuna cabina primaria. Il tutto è rappresentato graficamente con opportuno diagramma dal quale possono trarsi le seguenti conclusioni particolarmente significative.

« Per densità di carico variabile tra 20 kVA/km² e 200 kVA/km² (limiti propri dell'elettrificazione rurale):

— i raggi d'azione ottimali delle cabine primarie variano da 12 a 6 km circa;
— conseguentemente le lunghezze medie delle dorsali assumono i valori di 18 e 9 km rispettivamente;
— il numero ottimale di partenza a MT da ciascuna cabina primaria oscilla tra 4 e 6.

« Ne consegue infine che, a parità di densità di carico, risulta più conveniente estendere il numero delle cabine primarie piuttosto che aumentare, oltre il limite di 6, il numero di uscite a MT da ciascuna di esse.

A.a.19 Borgonovo C. - Corrado A.: *Alcuni elementi e criteri per la programmazione di nuove cabine primarie AT/MT.*

« La memoria prende avvio dall'attuale situazione nel Compartimento di Milano dell'ENEL la cui rete a 130 kV presenta una estensione tale da poter considerare non rilevante il *costo* dell'alimentazione lato AT di una nuova cabina primaria dovunque ubicata, rispetto al costo totale della stessa.

« Sulla base di tale premessa, che non ha certamente validità generale, gli Autori sviluppano uno studio del dimensionamento delle nuove cabine primarie AT/MT, considerate sotto il profilo delle superfici che esse possono alimentare in media tensione.

« Ci sembra che alcune delle conclusioni di tale studio possano essere di interesse generale anche per i casi nei quali non si verifica la particolare situazione del Compartimento di Milano.

« Nella trattazione dell'argomento gli Autori assumono, quale parametro di riferimento, la densità del carico definita quale rapporto fra la potenza massima erogata da una cabina primaria e la superficie da essa servita a MT.

« Essi individuno tre campi di variabilità della densità di carico in funzione delle caratteristiche dell'utenza a seconda che esse siano di tipo industriale, di tipo rurale o di tipo intermedio tra i due.

« Formulate alcune relazioni che permettono di stabilire il numero delle partenze a MT da una cabina primaria in funzione della superficie servita e della lunghezza totale della rete a media tensione alimentata, gli autori passano ad esporre lo studio del dimensionamento delle cabine primarie nelle seguenti tre ipotesi:

— dimensionamento volto ad ottenere una determinata qualità di servizio, e cioè caduta di tensione, a prescindere dei costi;

— dimensionamento che rende minimi i costi per un determinato valore della caduta di tensione;

— dimensionamento di una nuova cabina primaria, che si inserisce in una rete a MT preesistente, effettuato in modo da rendere minimi i costi prescindendo da vincoli di cadute di tensione.

« Per ciascuna delle tre ipotesi sono riportati nella memoria la trattazione matematica ed i vari diagrammi che da questa si possono ricavare e che in definitiva rappresentano le conclusioni dello studio. La loro molteplicità non ce ne consente un breve riassunto e ci limiteremo pertanto ad accennare alle conclusioni che ci sono sembrate più interessanti.

« Fra di esse il confronto fra reti aeree e reti in cavo a parità di sezione di conduttori. Mantenendo uguale fra di loro, ed al valore di 0,75 %, la perdita percentuale lungo le dorsali nei due tipi di rete, le cadute di tensione delle reti in cavo risultano pari a circa la metà di quelle delle reti aeree.

« Così pure, nel caso del dimensionamento con minimi costi, si rileva che, per le reti in cavo le sezioni economicamente più convenienti sono inferiori a quelle generalmente adottate nella pratica.

« E ancora, gli Autori esprimono, in termini di superficie servita, a parità di altre condizioni, il costo della qualità del servizio. Mantenere la caduta di tensione entro valori dell'1,5-2 % equivale a ridurre la superficie servita, rispetto a quella che si ottiene con il dimensionamento ai soli minimi costi, di circa il 50 % per le reti aeree e poco di meno per le reti in cavo.

« Esaurito lo studio del dimensionamento, gli autori impostano i concetti base per la programmazione di una nuova cabina primaria che debba inserirsi in un'area già servita, in media tensione, da altre cabine.

« Essi forniscono alcune relazioni matematiche dalle quali si evince che i parametri fondamentali per tale studio di programmazione sono in sostanza tre soli e cioè il numero delle cabine preesistenti, la caduta di tensione iniziale e la caduta di tensione finale che non si vuole superare con il crescere della densità del carico.

« Ovviamente una buona programmazione dovrà interessare aree sufficientemente vaste e, se l'inserzione di una nuova cabina primaria, pur giustificata da esigenze di qualità di servizio, non fosse economicamente accettabile, si potrà ricorrere temporaneamente alle possibilità di mutuo soccorso offerte dalle cabine primarie contigue o all'utilizzazione di unità di trasformazione AT/MT mobili.

« Entrambe le memorie partendo dagli stessi parametri permettono di giungere ad interessanti conclusioni.

« La memoria Borgonovo-Corrado fornisce in particolare significativi elementi di giudizio sul costo della qualità del servizio, mentre la memoria Chiarusi-Gubiotti arriva a delle conclusioni molto interessanti sul dimensionamento dei conduttori, sul valore dei raggi di azione delle singole cabine, nonchè sul numero delle partenze da ciascuna cabina.

ALLEGATO E5

« Particolarmente interessante è lo studio condotto sulle reti a MT in Francia, Germania, Italia, oggetto della memoria:

A.a.18 Lagostena L. - Noferi P. L. - Reggiani F. - Ressi di Cervia A.: *Risultati di studi comparativi tra i criteri di progetto e di esercizio delle reti a MT in Francia, Germania e Italia.*

« La memoria illustra gli studi condotti dal Gruppo di lavoro EDF - VDEW - ENEL intesi a paragonare, sotto il duplice profilo tecnico ed economico, la progettazione e l'esercizio delle reti di distribuzione a media tensione nei rispettivi paesi e cioè Francia, Germania e Italia.

« A tal fine sono state prescelte tre reti di distribuzione a 20 kV di caratteristiche simili e precisamente: la rete di Selestat per la Francia, quella di Wiesloch della Badenwerk per la Germania e la rete di Corsico a 15 kV, successivamente riprogettata a 20 kV, per l'Italia.

« Stabilite alcune ipotesi iniziali sulle quali impostare il successivo studio, quali la topografia delle reti AT nelle zone considerate, il numero e la posizione delle cabine MT/BT, le potenze di punta ed i diagrammi di carico, ciascun paese ha riprogettato le reti a MT degli altri due adottando i propri criteri tecnici e la propria tecnologia.

« Nella memoria, gli autori espongono nell'ordine i diversi criteri di progetto adottati nei vari paesi, i risultati dello studio e le conclusioni che dallo studio stesso si possono trarre.

« Per quanto concerne i criteri di progetto che sono certamente noti ai tecnici del Settore, ci sembra opportuno ricordare:

— la diversità di struttura delle reti a media tensione aeree di tipo arborescente per la Francia, magliato per la Germania e di tipo radiale con delle maglie aperte per l'Italia;

— la conseguente diversità dei criteri di impostazione delle Stazioni AT/MT;

— la diversa pratica seguita per la posizione del neutro messo a terra con resistenza in Francia, con bobina di Petersen in Germania e isolato in Italia;

— la conseguente difformità dei tipi di protezione adottati per guasti a terra. (Interessante notare che in Germania si consente il funzionamento con una fase a terra per circa un'ora).

« I dati tecnici ed i risultati derivanti dallo studio sono riportati in opportune tabelle ed estesamente discussi nella memoria.

« Per quanto concerne in particolare i costi globali e annui delle reti a media tensione, essendosi rilevata una notevole diversità delle tecnologie e soprattutto dei prezzi vigenti nei tre paesi, talchè, ad esempio, i costi tedeschi superano di gran lunga quelli italiani e francesi, essendo questi ultimi non molto discosti fra di loro, ciascun paese ha rivalutato, per la propria rete, i progetti degli altri due adottando le proprie tecnologie ed i propri prezzi.

« Con tale accorgimento le differenze si sono attenuate ma non sono certamente scomparse. Esse permangono notevoli per le linee aeree a media tensione e per le cabine MT/BT, seppure nella memoria si accenni a qualche giustificazione in proposito.

« Gli autori concludono invitando ad interpretare i risultati dello studio con qualche cautela dovuta alle approssimazioni introdotte nell'impostazione dello studio stesso.

« Inoltre alcune considerazioni conclusive ci sembrano particolarmente significative, anche prescindendo dall'esattezza dei valori ad esse attribuite.

« Così ad esempio:

— la minima incidenza del valore dell'energia perduta per guasti o lavori sul costo annuo e la conseguente difficoltà di giustificare sforzi economici sensibili per migliorare la continuità del servizio;

— la preponderante incidenza sui costi annui dell'ammortamento rispetto alle perdite;

— la sempre maggiore necessità di una unificazione a livello europeo che valga ad attenuare le attuali notevoli differenze nelle tecnologie e nei costi praticati nei diversi paesi.

« Anche prescindendo dai pur interessanti dati numerici in essa contenuti, è da tali conclusioni che, a nostro giudizio, la memoria trae la sua piena validità.

ALLEGATO E6

« La memoria:

A.a.16 Auriemma L. - Massa F. - Tocchetti G.: *Analisi del regime elettrico in reti di distribuzione a maglia chiusa sulla bassa tensione con il calcolatore numerico.*

« La memoria tratta di reti di distribuzione a maglia chiusa in bassa tensione costituita da un complesso di nodi alcuni dei quali alimentati, per il tramite di cabine MT/BT, da feeder a MT.

« I nodi sono tra loro collegati da linee di distribuzione lungo le quali è prevista una erogazione uniforme di carico verso l'utenza.

« Gli autori espongono alcune considerazioni critiche sulla maggiore convenienza di effettuare lo studio di tale tipo di rete con un calcolatore elettronico anzichè ricorrere al modello di rete. I principali limiti imposti da quest'ultimo sono infatti i notevoli tempi di preparazione e la difficoltà di studiare reti di notevole estensione.

« Esaurita tale premessa, vengono esposte le condizioni matematiche su cui si basano i programmi di calcolo per la determinazione:

— delle tensioni, correnti e perdite nella rete in regime normale o con uno dei feeder fuori servizio;

— delle correnti di corto circuito nodali;

— delle correnti "denominate di travaso" che, dalla rete a maglia e attraverso l'impedenza dei trasformatori MT/BT alimenterebbero eventuali corto circuiti nei feeder.

« Gli autori concludono poi illustrando i risultati ottenuti nella ristrutturazione secondo lo schema a maglia chiusa, di una rete di distribuzione di tipo radiale al servizio di circa 7 500 utenze in un comprensorio urbano dell'estensione di 500 000 m² con una potenza erogata di 6,2 MVA.

« Caratteristiche peculiari di tale rete sono:

— 4 feeder a media tensione;

— 13 cabine MT/BT con trasformatori da 630 kVA;

— 14 km circa di cavo a bassa tensione da $3,5 \times 95$ mm².

« I risultati più significativi dello studio sono quelli attinenti alle condizioni gravose di esercizio che si verificano con un feeder fuori servizio, in corrispondenza delle quali si hanno cadute di tensione accettabili perchè non superiori a 1,5-2 % e correnti nei lati della maglia non superiori a 150 A, mentre può sembrare eccessivo il sovraccarico del 20 % che si verifica, sia pure alla punta, in uno dei trasformatori MT/BT.

« Di contro le correnti di corto circuito non raggiungono valori

eccessivi non superando i 25 kA per i corto circuiti nodali e gli 8-9 kA di apporto della maglia ai corto circuiti sui feeder.

« Ci sembra opportuno rilevare, dopo aver esaminato gli indubbi vantaggi di esercizio presentati da una rete di distribuzione a maglia chiusa, i vincoli che la stessa pone nei confronti delle stazioni e cabine primarie che la alimentano essendosi da escludere la possibilità che queste ultime possano essere alimentate, anche in via transitoria, da reti ad alta tensione non interconnesse.

« Una rapida esposizione delle possibilità di impiego offerte da piccoli calcolatori elettronici da tavolo viene illustrata nella memoria:

A.a.15 Baroggi M.: *Uso di un piccolo calcolatore elettronico per la risoluzione di alcuni problemi della distribuzione.*

« L'autore espone, nei limiti dell'esperienza fin qui acquisita, i termini di un confronto fra i vari metodi di calcolo, anche tradizionali, prescindendo dai grossi centri di calcolo elettronico, e riferisce anche sui criteri organizzativi per un razionale uso di un moderno calcolatore elettronico da tavolo.

« Pur riconoscendo che sarebbe arduo enumerare e classificare tutti i problemi di calcolo numerico che interessano la distribuzione, sia nel campo tecnico che in quello commerciale, tuttavia per alcuni di essi, che abbiano buone caratteristiche di ripetibilità, l'ausilio di piccoli calcolatori può portare ad effettivi vantaggi.

« L'autore espone quindi alcuni criteri per valutare i diversi sistemi di calcolo sotto l'aspetto del tempo impiegato, della precisione dei risultati, della possibilità di controllo, della affidabilità ed economicità del sistema e dell'influenza sul rendimento dell'uomo.

« Vengono quindi esposti i principali criteri di organizzazione per l'uso di un piccolo calcolatore elettronico precisando le attività del personale che direttamente o indirettamente usufruisce dello stesso, nonchè il necessario coordinamento che deve intercorrere nell'ambito di detto personale.

« La memoria contiene anche alcuni cenni sulla documentazione necessaria per la trasmissione dei dati e dei risultati nonchè sugli accorgimenti necessari per l'organizzazione di un archivio dei programmi ai fini di un loro futuro riutilizzo.

« L'autore conclude riferendo sull'utilità constatata nell'uso di un piccolo calcolatore elettronico da tavolo particolarmente nella soluzione di problemi tecnici ricorrenti quali la verifica ed il progetto di sostegni in ferro ed in cemento armato, la verifica di fondazioni, il calcolo di strutture varie.

« Analogo vantaggio si è avuto nella effettuazione di particolari calcoli afferenti a problemi diversi ma caratterizzati tutti da uno stesso ciclo di operazioni, quali ad esempio l'elaborazione dei dati forniti da un voltmetro statistico dei dati relativi a rilievi topografici, nonchè la soluzione di equazioni di terzo grado per la valutazione del tiro e della freccia di un conduttore.

« L'applicazione dei concetti organizzativi citati nella memoria ha consentito poi un ulteriore guadagno di tempo che si è aggiunto a quello proprio derivante dall'impiego del calcolatore elettronico.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo e): *Esecuzione degli impianti di terra*

Relatore: V. Cataliotti

ALLEGATO F1

« Al gruppo "Esecuzione degli impianti di terra" sono state assegnate tre memorie (A.e.03, A.e.02, A.e.01).

« Di queste le prime due trattano il problema della connessione metallica delle funi di guardia degli elettrodotti e dei mantelli metallici dei cavi al dispersore principale di terra di una stazione elettrica; l'ultima esamina un aspetto particolare della messa a terra del neutro nelle reti di distribuzione a BT.

« Dato il carattere essenzialmente diverso degli argomenti trattati, propongo che le memorie A.e.03 e A.e.02 vengano discusse contemporaneamente, la memoria A.e.01 successivamente.

1° *Argomento.*

A.e.03 Negri F. - Pedone A. - Tomatis N.: *Contributo delle linee elettriche alla dispersione della corrente di guasto a terra delle cabine primarie.*

A.e.02 Colombo B. L.: *Le funi di guardia delle linee aeree e le guaine metalliche dei cavi interrati come dispersori ausiliari di terra.*

« Nella *memoria* degli ingg. Negri, Pedone e Tomatis, richiamata l'espressione della resistenza caratteristica della catena di quadripoli che, in via approssimata, può rappresentare il complesso sostegni-fune di guardia di una data linea, ne viene illustrata la dipendenza dalla resistenza di terra dei sostegni per diverse lunghezze di campata e diverse caratteristiche della fune di guardia.

« Viene pure esaminato il contributo della fune di guardia alla dispersione della corrente di guasto quando questo si verifica in stazione. In relazione alle grandezze prese in esame vengono esposti e commentati con chiarezza i risultati di una vasta ed interessante serie di misure sperimentali condotte lungo alcune linee a 130 kV e in tre cabine primarie AT/MT dell'Enel in Lombardia e in Emilia.

« Nella seconda *memoria* dell'ing. Colombo vengono indicati gli schemi equivalenti teoricamente più idonei a rappresentare il comportamento del complesso sostegni-fune di guardia-terreno e vengono ricavate le espressioni analitiche delle tensioni totali di terra e delle correnti disperse dai sostegni e dai mantelli metallici dei cavi per guasto in linea. Nelle due applicazioni numeriche che completano la trattazione, sarebbe stato forse opportuno riportare le formule adottate per la valutazione dei parametri relativi al terreno, giacchè queste non sono facilmente reperibili.

« Gli aspetti tecnici ed economici del problema in cui si inquadrano le due memorie in discussione possono riassumersi nei seguenti punti:

1) Per guasto a terra in stazione il contributo alla dispersione della corrente offerto da funi di guardia e mantelli metallici di cavi consente un dimensionamento più economico del dispersore di terra della stazione. Inoltre nel caso di cabine primarie con elevate correnti di guasto realizzate su aree limitate, tali dispersori ausiliari possono costituire il sistema più efficace per ridurre tensioni di contatto e di passo a valori meno pericolosi.

2) Per guasto in linea, che si verifica vicino alla stazione, il collegamento dei detti dispersori ausiliari alla terra di stazione riduce le tensioni di contatto e di passo in corrispondenza dei sostegni.

3) Tale collegamento comporta però due svantaggi:

— per guasto in linea aumenta il numero degli interventi della terra di stazione;

— per guasto in stazione i primi pali possono disperdere correnti di guasto notevoli e pertanto i loro dispersori debbono essere dimensionati adeguatamente (soprattutto se le caratteristiche del terreno non sono soddisfacenti) tenendo anche presente il comportamento del dispersore quando deve scaricare a terra la corrente ad impulso che fa seguito a un fulmine.

4) Bisogna infine sottolineare il problema della scelta delle funi di guardia per la sensibile influenza che le loro caratteristiche elettriche esercitano sul fenomeno, considerando anche il loro comportamento nei riguardi delle massime correnti di corto circuito che possono percorrerle.

« Tenuto presente quanto sopra si ritiene interessante proporre per la discussione i seguenti punti:

— Per la valutazione del contributo alla dispersione offerto dalle funi di guardia e dai mantelli metallici dei cavi quale grado di approssimazione può essere utile raggiungere nella determinazione dello schema equivalente al sistema in studio?

— Gli Autori, oltre che il contributo relativo alle funi di guardia, hanno valutato sperimentalmente il contributo alla dispersione offerto dai mantelli metallici dei cavi?

— Quali tipi di dispersore si ritiene conveniente adottare per le terre dei sostegni più vicini alle stazioni specialmente quando si trovino in zone di frequente transito?

— Quali riflessi comporta il collegamento della fune di guardia alla terra di stazione sulla propagazione delle onde di sovratensione per fulminazione della linea?

ALLEGATO F2

2° *Argomento.*

A.e.01 Chiarusi P. - Rastelli A.: *Alcune considerazioni sugli impianti di terra nelle reti di distribuzione.*

« Gli ingg. Chiarusi e Rastelli studiano analiticamente la distribuzione del potenziale che si stabilisce tra filo neutro e terra per corto circuito fase-neutro alla estremità di una linea di BT al fine di uniformare e ridurre tali potenziali in vista di una eventuale messa al neutro.

« Gli Autori giungono alla conclusione che è più opportuno aumentare la sezione del neutro collegando in parallelo i neutri delle linee radiali uscenti da una stessa cabina piuttosto che aumentare il numero delle messe a terra del neutro in linea. D'altra parte si deve ricordare che la soluzione della maglia dei neutri in BT con due terre una in cabina e l'altra in estremità, è stata già indicata in pubblicazioni precedenti.

« Credo che la discussione della memoria possa essere utilmente estesa al seguente punto:

— Modalità di esecuzione e valori delle resistenze di terra per gli impianti di terra delle cabine e degli utenti tenuto conto anche della interdipendenza degli stessi.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo c): *Protezioni nelle reti BT (protezioni contro i corti circuiti e guasti, protezioni contro i contatti accidentali)*

Relatore: S. B. Toniolo

ALLEGATO G1

Protezione contro corto circuito presso l'utente.

« Le relazioni che interessano l'argomento della protezione contro corto circuito presso l'utente sono le 5 seguenti:

A.c.03 Nasci C. - Rova R. - Sorato L.: *La protezione delle utenze in bassa tensione.*

A.c.02 Borgonovo C. - Chizzolini P.: *Correnti di corto circuito nei punti di alimentazione delle utenze in bassa tensione.*

A.c.04 Mineo N.: *Determinazione delle correnti di corto circuito negli impianti degli edifici civili.*

A.c.08 Toniolo S. B.: *Il « potere d'interruzione » dei dispositivi meccanici di protezione contro corto circuito negli impianti BT.*

A.c.07 Toniolo S. B.: *La corsa ai grandi poteri d'interruzione negli interruttori per corrente alternata BT (con particolare riguardo ai « Miniature » e ai « moulded case »).*

« La relazione A.c.03 richiama opportunamente l'attenzione sulla importanza della protezione di corto circuito più periferica, nel quadro complessivo dell'esercizio della distribuzione BT, considerando l'esigenza che la continuità del servizio sia per quanto possibile salvaguardata e l'opportunità conseguente che un guasto presso un utente non possa mettere fuori servizio altri utenti indenni, per il mancato coordinamento delle protezione e l'indebito intervento di una protezione troppo a monte del punto di guasto.

« La stessa relazione mette in evidenza due caratteristiche, che debbono riguardarsi come peculiari della protezione di corto circuito presso l'utente:

la sicurezza della durata dell'efficienza del dispositivo di protezione installato presso l'utente;

la limitazione del costo relativamente alla consistenza dell'impianto protetto.

« Da questa impostazione ben adeguata del problema risulta immediatamente la necessità di stabilire con la maggiore attendibilità i limiti generali, entro cui i dispositivi di protezione contro corto circuito da adottare per gli impianti degli utenti BT devono risultare certamente idonei a funzionare soddisfacentemente e durevolmente.

« La conoscenza di tali limiti è la base necessaria al costruttore per concepire e costruire i dispositivi di protezione in modo economicamente conveniente.

« Per raggiungere una sufficiente conoscenza al proposito, occorre innanzi tutto indagare sul *valore più elevato*, che ci si può attendere *per la corrente di guasto* in questione, considerando, in accordo con il tema, gli utenti periferici a bassa tensione, e più particolarmente la grande maggioranza di tali utenti, che è costituita da quelli comunemente detti "domestici o similare". Per delimitare meglio questo campo di utenze, si può fare riferimento al valore limite superiore di 63 A, per esempio, per la corrente nominale fornita.

« La relazione A.c.03 sin qui citata, con quella A.c.02 e quella A.c.04, portano contributi a questa indagine, che possono ritenersi esaurienti, anche per la notevole validità statistica che esse presentano. In particolare la relazione A.c.02, che si basa su un campione di circa 250 000 utenze, fornisce informazioni anche sul fattore di potenza relativo alle correnti di guasto determinate, completando così assai opportunamente il contributo alla conoscenza dei dati necessari per la soluzione del problema posto. La presentazione dei risultati in queste relazioni consente inoltre la valutazione dell'influenza dei parametri che concorrono alla formazione dei risultati stessi, e di quella della potenza d'alimentazione in particolare.

« La conoscenza dei valori che si possono attendibilmente considerare come limiti raggiungibili dalla corrente di guasto negli impianti in esame non può tuttavia essere ritenuta elemento sufficiente e definitivo per la soluzione del problema della scelta del dispositivo di protezione da installare presso l'utente generico degli impianti stessi.

« Occorre infatti egualmente fare assunzioni convenienti *su requisiti funzionali* da imporre al dispositivo stesso di protezione, anche con riferimenti alla *durata in efficienza*, e, ancor prima, occorre decidere se si vuole proporzionare la *prestazione del dispositivo di protezione* alla *massima corrente di guasto assolutamente possibile* nella generalità delle applicazioni nel ben definito campo in esame (utenti "domestici e similari" con corrente nominale non oltre 63 A), oppure *alla più forte corrente di guasto che presenti una ragionevole probabilità di verificarsi* in un numero ragionevolmente esteso di casi.

« Se si adotta quest'ultimo criterio, occorre stabilire i limiti di deterioramento accettabili per la prosecuzione del servizio di un dispositivo di protezione, che abbia subìto una corrente di guasto eccezionalmente forte e superiore al valore assunto come base più probabile.

« Importanti indicazioni per la soluzione di questi problemi o per l'orientamento a soluzioni accettabili sono date dalle relazioni menzionate, attraverso l'impostazione statistica che in esse si trova, oppure attraverso considerazioni esplicitamente sviluppate. In particolare la relazione A.c.03 prospetta l'accettabilità di soluzioni per le quali la selettività delle protezioni periferiche sia limitata a correnti di guasto non eccedenti da un limite prestabilito, e venga meno in caso di correnti di guasto ritenute ragionevolmente poco probabili e di natura eccezionale. Il medesimo criterio è adombrato nella relazione A.c.04. La relazione A.c.02 invece prospetta la soluzione di procedere alla riduzione della corrente di guasto risultante eccessiva rispetto a un valore assunto come conveniente, mediante l'aggiunta di impedenze adatte, essendo ovviamente subordinata a considerazioni statistiche la scelta del valore base della corrente di guasto.

« Le relazioni A.c.08 e A.c.07 riguardano esclusivamente i criteri in base a cui stabilire e valutare i requisiti funzionali dei dispositivi di protezione, sia riguardo alla prestazione, sia a riguardo della durata in servizio, sia riguardo all'efficienza residua dopo il funzionamento nelle condizioni-limite ammesse.

« In particolare la relazione A.c.08 mira a propugnare la necessità di rendere univoco il significato di "potere d'interruzione" assegnato a un dispositivo di protezione, concordando convenientemente le condizioni che sono *necessariamente* associate al concetto di interruzione per definire l'attitudine di un dispositivo meccanico automatico a fronteggiare una sovracorrente. La relazione A.c.07 mira a stabilire con maggiore attinenza alle esigenze di sicurezza della protezione contro corto circuito, la successione di operazioni che un dispositivo di protezione deve essere idoneo a compiere alla corrente di guasto massima per cui è previsto, a seconda delle assunzioni che stanno alla base della sua scelta.

« È da rilevare come assai significativo il sostanziale accordo tra le conclusioni a cui arrivano tutte le relazioni citate, pur attraverso vie e impostazioni indipendenti e campi di indagine diversi.

ALLEGATO G2

Protezione contro le tensioni di contatto.

« Le relazioni che interessano l'argomento della protezione contro le tensioni di contatto sono le 3 seguenti:

A.c.11 Andrietti P.: *Lavori CENELCOM e IEC nel settore degli impianti elettrici e loro riflessi sulla normativa italiana, in particolare per quanto riguarda le protezioni.*

A.c.01 Rosnati R. - Trizio N.: *Indagine sulle correnti di dispersione negli impianti elettrici interni e negli apparecchi utilizzatori.*

A.c.06 Bonomo M.: *Criteri per la protezione contro le tensioni di contatto degli impianti di illuminazione stradale alimentati a BT.*

« La relazione A.c.11 considera un campo più vasto di quello qui circoscritto della protezione contro le tensioni di contatto, tuttavia essa è stata inclusa in questo gruppo per il particolare sviluppo che vi trova l'argomento della protezione delle persone e per il quadro d'assieme che ne risulta con le prescrizioni relative in sede internazionale, raffrontate anche con la normativa nazionale.

« La relazione A.c.01 costituisce un contributo assai apprezzabile alla conoscenza dei valori di corrente di dispersione che si possono trovare negli impianti utilizzatori periferici (domestici e similari), a sè e con gli apparecchi inseriti. Ogni indagine in questo campo è di interesse fondamentale per il problema della sicurezza contro i pericoli dell'elettricità, e per i provvedimenti che è opportuno incoraggiare o provocare in fase di installazione e di esercizio. Inoltre, in particolare, l'adozione di interruttori differenziali ad "alta sensibilità" per la protezione diretta contro le tensioni di contatto presuppone una conoscenza sufficientemente estesa delle correnti di dispersione che ci si può aspettare negli impianti in esercizio. La relazione in questione ha il pregio di basarsi su rilievi sperimentali diretti estesi a un campione statisticamente abbastanza attendibile.

« La relazione A.c.06 riguarda l'applicazione di criteri di protezione contro le tensioni di contatto già contemplati nel quadro generale della relazione A.c.11, al caso particolare dei dispositivi elettrici di illuminazione e di segnalazione stradale che, presentando parti metalliche accessibili, possono costituire pericolo per le tensioni di contatto manifestantisi in seguito a guasti d'isolamento. La progressiva estensione di questo genere di applicazioni rende particolarmente attuale e interessante l'argomento.

ALLEGATO G3

Comportamento dei fusibili come protettori di corto circuito e contro sovracorrenti in genere. Coordinamento di fusibili con apparecchi meccanici d'interruzione.

« Le relazioni che interessano l'argomento del comportamento dei fusibili come protezione di sovracorrente e del coordinamento dei fusibili in un impianto sono le 3 seguenti:

A.c.10 Azzariti N. - Rocci I.: *Comportamento in esercizio dei fusibili posti a protezione delle reti di distribuzione.*

A.c.05 Cantarella G.: *La limitazione della corrente di corto circuito.*

A.c.09 Campriani N. - Gabrielli G. - Jenne P.: *Coordinamento fra contattori, relè termici e fusibili (nell'alimentazione di motori a corrente alternata, BT).*

« La relazione A.c.10, che estende l'argomento anche ai fusibili per media tensione, tratta delle possibilità di funzionamento non corretto per ranghi di sovracorrenti anche assai modeste rispetto al "potere d'interruzione" assegnato ai fusibili stessi. Queste lacune del "potere d'interruzione" per i fusibili sono per la verità ormai contemplate nelle nuove raccomandazioni IEC in corso di pubblicazione, sicchè le prove di tipo corrispondenti dovrebbbero dare risultati sufficienti per mettere l'utilizzatore di un fusibile specificato secondo le Norme aggiornate, in grado di scegliere appropriatamente i fusibili idonei a ogni singola applicazione, al riparo di ogni sorpresa. La raccolta di informazioni scaturite dall'esercizio reale, come quella della relazione in questione, resta comunque di evidente e fondamentale interesse, ed è da augurarsi che essa sia sempre più curata e diffusa.

« La relazione A.c.05 mira a porre in evidenza la prerogativa peculiare del tipo di fusibile più usuale nelle applicazioni a BT, di limitare il valore di picco raggiunto dalla corrente di guasto, rispetto a quello che la corrente stessa raggiungerebbe senza la azione del fusibile, quando si tratti di correnti di guasto molto grandi rispetto alla corrente nominale del circuito protetto. Così l'azione protettiva del fusibile si esplica non soltanto facendo cessare la sollecitazione termica che la corrente di guasto produce mentre fluisce, bensì anche limitando la sollecitazione dinamica, che può avere effetti meccanici altrettanto e più disastrosi di quelli della sollecitazione termica su molti componenti dell'impianto.

« La relazione A.c.09 illustra abbastanza particolarmente la soluzione del problema di coordinamento fra fusibili e contattori meccanici provvisti di relè termici, intesa a ottenere una protezione accettabile dei contattori — ossia a contenere entro un margine prestabilito il danneggiamento che l'apparecchio meccanico è suscettibile di subire — di fronte a sovracorrenti di guasto fino a un limite stabilito. La relazione è ricca di risultati sperimentali a riprova del criterio di coordinamento adottato, e può considerarsi come un significativo esempio delle possibilità offerte da un adeguato coordinamento delle protezioni.

TEMA A

DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo d): *Esercizio delle reti di distribuzione; qualità e continuità del servizio (manutenzione programmata, regolazione della tensione, fluttuazioni di tensione, condensatori serie, interruzioni transitorie di servizio, richiusura, interruzioni permanenti di servizio; uso dei telecomandi, rilevazioni e statistiche sulla regolarità e continuità del servizio)*

Relatore: F. Galli

ALLEGATO H1

« Molte sono le memorie che vertono sul tema dell'applicazione del telecontrollo negli impianti di distribuzione dell'energia elettrica e non soltanto quelle prese in considerazione nella presente relazione; l'argomento del telecontrollo (e per telecontrollo si intende telesegnalazione, telecomando, teleregolazione, ecc.) è dunque di vivo interesse e senza dubbio valido e di attualità.

« Tuttavia, prima di passare alla disamina delle dieci memorie alle quali la presente relazione fa riferimento, sembra opportuno premettere alcune annotazioni che in qualche modo si trovano adombrate o sostenute, seppure in termini diversi, in più di una delle memorie, allo scopo, se non di definire, almeno di meglio ricapitolare e chiarire alcuni concetti.

« Si cerca cioè di formulare un giudizio in merito alla validità e al grado di applicabilità dei sistemi di telecontrollo degli impianti elettrici, pur nel rispetto dell'entusiasmo, senza dubbio utile, con il quale ci si è accinti in questi ultimi anni al loro uso.

« È evidente che l'argomento dell'uso del telecontrollo non può essere preso in considerazione isolatamente, bensì va inquadrato nell'argomento più vasto dell'impostazione dell'esercizio elettrico così come lo si vuole più modernamente ed economicamente realizzare, alla luce delle nuove possibilità che la tecnica ha messo a disposizione, con ritmo crescente, in tempi abbastanza recenti; ed il discorso è valido anche nel campo della distribuzione.

« Al proposito si rimanda ad alcune memorie, presentate nella attuale Riunione (e oggetto di altre relazioni) che sviluppano concetti di avanguardia nel campo dello studio, della realizzazione e della automatizzazione degli impianti, e, ancora, del rilevamento e dell'elaborazione dei dati ecc., indicando e schiudendo nuove ed interessanti direttrici per il futuro esercizio delle reti di distribuzione.

« Pertanto, quando sul piano teorico sia chiaramente ed uniformemente definito come si intenda sia realizzare la struttura degli impianti a corrente forte che organizzarne l'esercizio, quando, di conseguenza, si possa stabilirne il grado di automatizzazione e ancora quali e quante informazioni necessiti raccogliere (oltre alle loro modalità di rilevamento) e come debbano essere ordinate le sequenze delle varie manovre, soprattutto al manifestarsi di guasti e nel corso della loro ricerca, solo allora sarà possibile, con altrettanta chiarezza, stabilire il ruolo e di conseguenza l'importanza del telecontrollo.

« A questo punto si potrà introdurre il criterio dell'applicazione del telecontrollo, concepito come sistema integrato nel contesto dell'impianto, valutandone in termini reali la portata, le caratteristiche, il grado del necessario affidamento, l'utilità ed il peso economico.

« Quanto sopra, è bene ripeterlo, vale per gli impianti di moderna concezione, rispondenti ad uniformi criteri costruttivi e, soprattutto, quando a tali impianti, non più presidiati, siano state garantite le sufficienti e necessarie basi di fidabilità tecnica e di automatizzazione, elementi fondamentali che prescindono dal telecontrollo e non ne sono condizionati se non agli effetti di una modesta informativa (per lo più telesegnalazione) ai lontani centri ove operino i responsabili del sistema.

« Ovviamente è necessario introdurre una distinzione di fondo fra reti a bassa tensione, per le quali è ben difficile prevedere impianti di telecontrollo, reti di media tensione, ove può essere opportuna l'utilizzazione soprattutto di impianti di telesegnalazione e reti ad alta tensione o di subtrasmissione ove è necessario ricorrere per lo meno a impianti di telesegnalazione e telemisura e, magari, a impianti di telecomando (ad esempio quando le linee ad alta tensione, facenti capo alla sbarra di stazione, siano numerose).

« Ma l'applicazione del telecontrollo avviene di sovente, e magari per molte e valide ragioni, in modo meno rigoroso; infatti esso viene concepito e realizzato quale un rimedio atto a superare, seppure in via transitoria, difficoltà di esercizio di varia e contingente natura, derivanti da situazioni ereditate dal passato o insite nella strutturazione degli impianti elettrici. Allora, ogni caso di applicazione viene esaminato separatamente, a volte al di fuori dei concetti sopra rammentati, in vista di una immediata utilità e di una spicciola economicità.

« Pertanto, sembra utile richiamare l'attenzione di chi in tal modo si accinge all'uso del telecontrollo e soprattutto del telecomando a non dimenticare che si tratta di un procedimento, direi, d'emergenza e di un lavoro non fine a se stesso in quanto di per sè inadatto a risolvere problemi che vanno altrove e più radicalmente affrontati.

« Questo, se vogliamo, per capire e giustificare certe forme di indiscriminata infatuazione per il telecontrollo (e il discorso vale in qualunque Paese e in qualunque tipo di impianti elettrici); forme giustificabili su un piano di interesse tecnico nei confronti di sistemi abbastanza recenti agli effetti della loro applicazione in campo industriale.

« Basta infatti pensare che, sfogliando le memorie presentate alle sessioni AEI di questi ultimi 10 anni, pochissime vi si trovano relative al problema in oggetto; e senza dubbio molto merito dell'estesa applicazione delle apparecchiature di teleoperazione va

anche attribuito alla loro accresciuta fidabilità ed a quella dei loro vettori.

« Altre osservazioni di carattere generale emergeranno dall'esame delle singole memorie; tuttavia si desidera ancora aggiungere che l'incidenza sul piano economico dell'impianto di telecontrollo, accortamente e rigorosamente applicato, è di per sè abbastanza modesta rispetto a quella, per altro necessaria su un piano di priorità, dell'automatizzazione degli impianti. E ancora che è del tutto inutile automatizzare e telecomandare solo allo scopo di ripetere, su un piano tecnicamente appariscente, operazioni che agli effetti dell'esercizio sono superate e che in definitiva si traducono in un accumulo di dati e notizie che non verranno successivamente considerate od elaborate.

« Le memorie oggetto della seguente e parziale relazione, si possono raccogliere nei seguenti due gruppi:

I Gruppo:

A.d.07 Azzariti - Pistono - Vineis: *L'impiego di telecomandi e automatismi nell'esercizio delle reti di distribuzione.*

A.d.06 Baldi - Barbisio: *Criteri di impostazione del telecomando negli impianti della distribuzione.*

A.d.03 Bersani - Ricardi: *Alcuni criteri di progettazione degli impianti di telecomando per cabine primarie AT/MT.*

A.d.01 Ciaccheri - Francioni - Pieraccini: *I telecontrolli nelle reti di distribuzione.*

A.d.08 Galli - Lippi - Reggiani: *Analisi dei criteri di automatizzazione e telecontrollo degli impianti di distribuzione.*

A.d.02 Mocci: *I telecomandi nelle reti di distribuzione. Nuovi criteri di esercizio e manutenzione che derivano dalla loro adozione. Addestramento del personale e limiti entro i quali conviene mantenere l'estensione dei telecomandi.*

II Gruppo:

A.d.05 Auriemma - Carra - Madonna: *Considerazioni sugli ausiliari negli impianti telecontrollati della distribuzione.*

A.d.09 Fortini - Pagani: *Protezioni contro i disturbi di origine esterna negli impianti di telecomando al servizio della distribuzione.*

A.d.04 Heinisch - Lazzarin: *Orientamenti attuali nella tecnica del telecomando e telecontrollo nelle reti di distribuzione dell'energia elettrica.*

A.d.10 Tabusso: *Sistemi integrati di telecontrollo per centri operativi zonali.*

I Gruppo.

« 1) La *memoria* A.d.07 di Azzariti - Pistono - Vineis è dedicata all'esame delle più recenti apparecchiature che, sia nel campo delle correnti forti che del telecontrollo e delle telecomunicazioni, concorrono, in una ben coordinata sintesi, al miglioramento della sicurezza, continuità e qualità del servizio elettrico e ancora alla eventuale riduzione dei costi di esercizio.

« L'iniziale affermazione della ormai acquisita bontà e sicurezza dei sistemi di telecomunicazione (a onde convogliate, a ponte radio) e di telecontrollo è la premessa necessaria al resto della memoria ove si tratta di nuovi criteri di esercizio degli impianti di distribuzione e si formulano considerazioni in merito all'applicabilità degli impianti di telecontrollo.

« Le affermazioni degli Autori sono suffragate da personale esperienza tecnica; essi cercano soprattutto di chiarire quale sia il limite di impiego degli automatismi rispetto ai telecontrolli e condensano i loro concetti in una serie di criteri organizzativi.

« Sarebbe a questo punto interessante sentire il pensiero degli Autori di altre analoghe memorie che non sono giunti alle stesse conclusioni.

« La memoria si chiude passando in rassegna anche i mezzi di comunicazione del personale di manutenzione e di ricerca guasti (mezzi radio mobili), cosicchè alla fine si ha una visione completa di quello che è l'appoggio ausiliario dei sistemi di teletrasmissione all'esercizio della rete elettrica di distribuzione.

« Si potrebbe muovere qualche obiezione là ove si accenna a certi tipi di apparecchiature di telecomando o di telemisura a richiesta; tuttavia, sembra più interessante porre qualche domanda agli Autori sui criteri da essi esposti per la realizzazione della rete radio mobile, seppure l'argomento esuli dal nostro tema.

« 2) La *memoria* A.d.06 di Baldi - Barbisio contiene una serie di osservazioni, frutto di esperienza di lavoro in entrambi i campi e dell'esercizio elettrico e delle teletrasmissioni; tuttavia gli Autori assumono un atteggiamento prudente e in qualche caso di attesa, non facendosi troppo entusiasmare dalle possibilità offerte dalle nuove tecniche dei telecontrolli.

« Essi esordiscono distinguendo fra impianti telesorvegliati (di minore importanza di quelli presidiati) e automatizzati (questi ultimi ritenuti, in graduatoria, di inferiori caratteristiche rispetto ai primi); e su tale osservazione penso che qualcuno avrà da obiettare.

« Tuttavia, senza insistere eccessivamente su questa affermazione avanzano successivamente, seppure in modo sintetico e rapido, una serie di giuste riflessioni che forse meritavano maggiore approfondimento.

« Gli Autori sono per gli schemi semplici e per le soluzioni poco complesse; ed in questo sembrano avere molta ragione.

« Propongono fra l'altro un interessante accorgimento consistente nel bloccaggio di singole parti del telecomando, per motivi di parziale manutenzione, e concludono asserendo che il telecomando non è l'espediente capace di risolvere problemi di presidio nè di limitazione di personale; affermazione che pur condividendo, sottopongo al parere dei Colleghi.

« 3) Nella *memoria* A.d.03 gli ingg. Bersani e Riccardi prendono in esame alcuni criteri di progettazione di telecontrolli di cabine primarie AT/MT ed in particolare le due possibilità che, in caso di impianti elettrici non presidiati, si possono seguire per il governo a distanza di più cabine da una pilota e cioè massima automatizzazione con semplice teleallarme o vasta adozione di complessi di teleoperazione; e quest'ultima è la via in maggioranza seguita nell'area di competenza degli Autori.

« Essi infatti non sembrano attribuire importanza al criterio della priorità dell'automatizzazione sul telecontrollo; di conseguenza non è facile stabilire se la funzione del telecontrollo si debba arrestare alla semplice telemisura oppure si debba estendere anche al telecomando, vista la non elevata differenza sul piano economico.

« Ecco che ancora una volta appare chiaro che occorre partire da premesse precise, altrimenti tale dubbio sarà sempre alla base di ogni impianto di telecontrollo e il concetto della modesta entità della spesa aggiuntiva sarà un intralcio alla unificazione ed alla adozione di criteri, in apparenza drastici, ma alla lunga salutari.

« Gli Autori annoverano gli enti che a loro avviso vanno telecomandati, fra l'altro anche tutti gli interruttori di media; accennano pure a telemisure continue o a richiesta (su tre canali telegrafici distinti) e, infine, dopo un esame delle caratteristiche tecniche proprie dei sistemi di teleoperazione si soffermano su un certo tipo di impianto in opera ove tra l'altro funziona una macchina stampante (e qui nasce il dubbio che frequentemente alle macchine stampanti si facciano automaticamente ripetere operazioni di raccolta dati che non verranno mai successivamente controllati e che in precedenza erano raccolti dagli operatori).

« Gli Autori concludono dicendo che un automatismo molto spinto in un centro pilota implica il pericolo di attività limitata dei quadristi.

« Anche su quest'ultima osservazione si chiede il pensiero dei Colleghi.

ALLEGATO H2

« 4) La *memoria* A.d.01 di Ciaccheri - Francioni - Pieraccini affronta subito, su un piano economico, il problema dell'uso del telecontrollo; ma l'argomentazione non sembra sufficientemente approfondita e si chiede in proposito il pensiero di altri Colleghi interessati all'argomento.

« Segue quindi un'esposizione su quello che gli Autori ritengono il tipo di telecontrollo adatto alle aree zonali, nonchè sul suo dimensionamento; e probabilmente l'argomentazione potrà essere oggetto di qualche obiezione.

« Gli Autori accennano, tra l'altro, ad apparecchiature di teleoperazione a circuiti integrati e sarebbe interessante conoscere qualche loro esperienza in proposito come pure conoscere qualche notizia circa le velocità di trasmissione da essi usate.

« Dopo un cenno ai mezzi di trasmissione, viene formulata qualche considerazione in merito alle stazioni di energia; la memoria si conclude con un'interessante annotazione in merito all'automatizzazione delle cabine, dagli Autori dette primarie.

« 5) La *memoria* A.d.08 di Galli - Lippi - Reggiani cerca di impostare una valutazione rigorosa dei limiti di impiego degli automatismi e del telecontrollo nell'ambito dell'esercizio delle reti elettriche di distribuzione a media tensione, basandosi, fra molti parametri e vincoli, sulla valutazione del costo da attribuire al disservizio, criterio questo che si rivela subito di difficile sviluppo.

« L'esame prende in considerazione sistemi gradualmente sempre più evoluti, seppure coerenti nei confronti di una moderna visione dei criteri di progetto ed esercizio degli impianti di distribuzione.

« Oltre che valutare i costi delle varie soluzioni, si considerano i benefici che esse consentono di trarre riducendo l'onere del disservizio.

« La memoria conclude che la telesegnalazione del disservizio sulle linee radiali MT è giustificabile entro certi limiti (in funzione del costo del disservizio e del dimensionamento delle reti), ma, pur accettando il sistema di teleoperazione per la segnalazione, non ne accetta l'ampliamento per altri usi; accetta invece il telecomando nella stazione AT/MT con schema complesso.

« Si può affermare che lo studio si propone uno scopo ambizioso, ma non sempre le conclusioni sembrano del tutto probanti o almeno proporzionate allo sforzo di indagine condotto; è perciò interessante sentire il giudizio dei Colleghi sulla validità di una siffatta impostazione del problema.

« L'ing. Mocci nella sua *memoria* (A.d.02) prende in particolare considerazione un fattore senza dubbio importante e che in genere non è abbastanza valutato; quello, cioè, dell'assuefazione del personale ad un nuovo tipo di esercizio, passando dal contatto di tipo tradizionale ed immediato con l'impianto, e perciò più emotivamente vissuto, ad un altro più distaccato e sintetico che fa perno sull'uso generalizzato del telecontrollo e soprattutto del telecomando.

« Si fanno quindi luce varie considerazioni in merito alla particolare manutenzione richiesta dagli impianti telecontrollati, sino a giungere ad alcune chiare enunciazioni sull'applicabilità del telecontrollo; nasce però il dubbio che l'Autore le consideri come poco realizzabili teorie e pertanto sarebbe interessante conoscere il suo pensiero in proposito.

ALLEGATO H3

II Gruppo.

« 7) La *memoria* A.d.05 di Auriemma - Carra - Madonna tratta di un argomento di attualità, che tuttavia ha un esiguo aggancio con il tema dei telecontrolli. Effettivamente in questi ultimi tempi l'uso di molte e nuove apparecchiature di teleoperazione ha imposto l'installazione di varie e differenti fonti di energia a corrente continua, cosicchè il problema delle alimentazioni delle apparecchiature di stazione si è evoluto ed evidenziato al punto che per la sua soluzione si rende necessaria, secondo gli Autori, una suddivisione di sorgenti in funzione dell'aspetto funzionale e logico prioritario degli ausiliari alimentari.

« Si potrebbe forse discutere sulla suddivisione delle priorità effettuate dagli Autori mentre non si può accettare di utilizzare una sola alimentazione per i due primi livelli sia per motivi di polarità a terra che ad evitare intollerabili transitori sull'alimentazione degli apparati di telecontrollo (e comunque, se si accettasse la proposta, sarebbe opportuno ricorrere al 48 V invece che al 24 V proposto dagli Autori).

« I suddetti transitori sono più rilevati all'atto del comando delle bobine di apertura degli interruttori, e cioè proprio quando è maggiormente avvertita l'esigenza di una apparecchiatura di telecontrollo pienamente efficiente per la trasmissione delle segnalazioni.

« Gli Autori propongono, per ovviare ai suddetti inconvenienti, l'adozione di un convertitore corrente continua/corrente continua, con uscita stabilizzata, per l'alimentazione delle apparecchiature di telecontrollo.

« Sarebbe utile conoscere le eventuali statistiche fatte dagli Autori sugli impianti equipaggiati con i suddetti convertitori corrente continua/corrente continua.

« Le caratteristiche dei transitori, difficilmente prevedibili a priori, giustificano notevoli perplessità sull'adozione di una unica batteria.

« Interessante pure il criterio del programmatore di priorità, per distacco e riattacco selettivo delle utenze; ma i circuiti divengono troppo complessi (a meno si tratti di impianti di grandissime dimensioni).

« La memoria passa poi all'esame della continuità delle fonti di alimentazione e quindi a quello delle circuitazioni viste quest'ultime sotto l'aspetto dello studio del sistema e della natura dei componenti; l'argomentazione si chiude con un accenno alla sicurezza in generale dei sistemi.

« Si possono formulare altre osservazioni. I limiti di variazione della tensione di alimentazione delle apparecchiature di telecontrollo ($\pm$ 2 %) sembrano troppo restrittivi, forse gli Autori si riferiscono alle variazioni di tensione a regime, in quanto, durante i transitori, non è assolutamente possibile rispettare tali limiti.

« Si può inoltre convenire sulla opportunità di impiegare raddrizzatori alimentatori previsti per una tensione di uscita stabilizzata al $\pm$ 2 % a regime; è bene, tuttavia, che le apparecchiature di telecontrollo possano sopportare variazioni di tensione anche del 10$\div$15 %, quali si verificano ad esempio in caso di scarica della batteria.

« 8) Gli ingg. Fortini e Pagani nella loro *memoria* A.d.09 esaminano i disturbi di origine esterna che insidiano l'efficienza e l'integrità degli impianti di telecontrollo (e si deve aggiungere non solo negli impianti di distribuzione); l'argomento è interessante e di attualità, tanto che è oggetto di particolare studio anche in altri Paesi.

« Entrambe le cause di disturbo, sia quelle provenienti dal circuito di trasmissione che quelle raccolte dai conduttori di raccordo fra apparecchiature telecontrollate e apparecchiature di telecontrollo perturbano il funzionamento di queste ultime; ma le seconde ne provocano anche il guasto.

« L'esame viene metodicamente condotto e con competenza, citando dati e con riferimenti a prove effettuate.

« A parte le considerazioni, abbastanza note, dei disturbi dai vettori, specie onde convogliate e doppini telefonici, sembra utile tenere conto di alcune osservazioni, frutto di esperienze anche abbastanza recenti in merito alle protezioni contro le sovratensioni sui cablaggi, là ove gli Autori raccomandano percorsi differenti dei cavi a valle e a monte degli organi intermedi e ancora alimentazioni differenti dei contatti degli stessi.

« Interessanti pure le considerazioni sull'incidenza di costo dei relè intermedi e ancora l'accenno al controllo di distorsione.

« Si può invece non consentire là ove si accenna al blocco del telescatto in presenza di forti disturbi in linea; il criterio va esaminato a fondo anche alla luce di quanto si fa in altri Paesi.

« E ancora sembra utile far presente che l'elenco degli accorgimenti, indicati dagli Autori per proteggere le apparecchiature andrebbe completato prevedendo adatti dispositivi e particolari soluzioni circuitali (specie in presenza di micrologiche).

« Tali dispositivi dovrebbero annullare l'effetto di eventuali transitori che riuscissero a scavalcare il relè di isolamento o, nonostante tutte le precauzioni prese, riuscissero a manifestarsi sui morsetti di ingresso degli apparati (si pensi, ad esempio, alla trasmissione delle telemisure per le quali non è possibile introdurre separazioni galvaniche fra i convertitori di misura, magari installati lontano dalle apparecchiature di telecontrollo e queste ultime).

« Sarebbe utile conoscere il pensiero di altri Colleghi interessati al problema.

« 9) La *memoria* A.d.04 di Heinisch - Lazzarin pur non trattando a fondo l'assunto contenuto del titolo, riepiloga i diversi principi sui quali si basano i sistemi di teleoperazione oggi in uso, ponendo particolare attenzione a quelli che più interessano le reti di distribuzione.

« È una aggiornata esposizione di notizie sui sistemi di telesegnalazione e telecomando, sui loro principi di funzionamento e ancora sulle sicurezze adottate per proteggere la trasmissione dagli errori introdotti da disturbi esterni.

« Il discorso passa quindi ai criteri di scelta dei sistemi di modulazione, ai tipi di funzionamento degli apparati di teleoperazione, alle telemisure ed al loro metodo di prelievo, concludendo con un rapido e purtroppo molto limitato cenno all'applicazione all'esercizio delle reti di distribuzione.

« Comunque le molte notizie condensate e avvicinate a confronto costituiscono un pregevole lavoro di sintesi, utile a chi si occupa dell'argomento.

« Scendendo nel particolare si può rilevare che se da un lato è stato bene evidenziato il concetto che le informazioni, ricevute in un centro di supervisione di una rete elettrica, devono presentare la massima sicurezza, dall'altro gli Autori propongono di trasmettere solo la segnalazione delle variazioni di stato.

« Può invece accadere che a seguito di un disturbo, la segnalazione non venga ricevuta, oppure venga ricevuta, ma rifiutata perchè affetta da errore.

« Sarebbe quindi opportuno chiarire quali metodi sono previsti per ovviare a tale inconveniente e se si ritiene necessario un'eventuale segnale di acquisizione in senso centrifugo.

« Per quanto riguarda l'accenno alla tensione di alimentazione, si fa notare come in Italia, oltre al 24 V vada sempre più affermandosi il 48 V piuttosto che il 60 V.

« Sarebbe infine estremamente interessante completare il capitolo relativo alle sicurezze contro i disturbi esterni corredando di dati quantitativi ed in forma matematica i diversi sistemi esposti.

« 10) La *memoria* A.d.10 dell'ing. Tabusso è senza dubbio ricca di dati e di particolari tecnici, anche d'avanguardia, e certo l'esperienza dell'Autore non poteva deluderci in proposito.

« Tuttavia, per il solo fatto che non propone un esame critico, che non suscita qualche dubbio sulla bontà, non certo delle apparecchiature, ma di certi metodi o sistemi di esercizio adottati, rende alla lunga la descrizione meno interessante.

« L'Autore cioè si preoccupa di rendere note molte recenti realizzazioni nel campo dei telecontrollo, sottointendendo la notevole attuale capacità e disponibilità realizzativa dei Costruttori anche in

impianti assai complessi, che forse, a volte, potrebbero essere tenuti più leggeri.

« Interessante è l'osservazione dell'Autore sull'opportunità della integrazione delle apparecchiature ausiliarie (convertitori, relè, ecc.) di un impianto di telecontrollo con quelle locali di stazione, in modo da consentirne un più economico inserimento.

« Con riferimento alle apparecchiature di supervisione, in particolare ai registratori cronologici di eventi, è opportuno sottolineare quanto è accennato dall'Autore che per ricostruire la dinamica di un disservizio è inutile, anzi pericoloso, installare un registratore cronologico di eventi nel posto centrale, mentre occorre installare i registratori di eventi direttamente sugli impianti in modo da avere la registrazione immediata degli eventi che si verificano nell'impianto.

« Di particolare interesse è anche l'accenno alla protezione dei messaggi ottenuta tramite il controllo della distorsione telegrafica; questo sistema, entro certi limiti, permette di ridurre i bit di ridondanza a parità di protezione.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo d): *Esercizio delle reti di distribuzione; qualità e continuità del servizio (manutenzione programmata, regolazione della tensione, fluttuazioni di tensione, condensatori serie, interruzioni transitorie di servizio, richiusura, sistemazioni permanenti di servizio; uso dei telecontrolli, rilevazioni e statistiche sulla regolarità e continuità del servizio)*

Relatore: G. ZINGALES

ALLEGATO 11

« Sono trascorsi dieci anni da quando i problemi della qualità del servizio della distribuzione di energia elettrica sono stati trattati, alla Riunione Annuale di Bari, come parte del tema più generale: "Continuità di esercizio".

« Il tempo trascorso non è segnato solo dall'incremento quantitativo delle forniture di energia elettrica, dall'estendersi delle reti, da nuove forme organizzative. Un rapido confronto, fra le memorie presentate a quella riunione e quelle oggi in discussione mostra, nell'esercizio delle reti, diverse concezioni e diverse possibilità; esse sono dovute alla applicazione sempre più diffusa di automatismi e telecomandi e al più largo impiego di misure e segnalazioni a distanza, resi possibili, nelle loro forme più complete e complesse, dagli sviluppi tecnologici ed industriali assunti dalla elettronica; ma sono soprattutto legate alla sostituzione dell'operatore umano nella raccolta, selezione, elaborazione di dati mediante l'impiego di calcolatori.

« Questa possibilità, a prima vista solo quantitativa, si traduce poi in una sostanziale differenza anche qualitativa, in quanto essa rende disponibili, a costi ed in tempi accettabili, elaborazioni complesse come il calcolo delle condizioni ottime di funzionamento, la scelta delle operazioni più convenienti, la sorveglianza di punti particolarmente delicati ecc.

« La presenza di elaboratori numerici, ed in generale di apparati elettronici, appare determinante in quasi tutte le memorie di questo gruppo, sia pure in applicazioni diverse e con differenti prospettive; vi compaiono infatti sia studi di carattere generale relativi al telecomando delle reti di distribuzione, sia esempi di applicazioni di tali telecomandi, sia dati statistici sui disservizi. Questi argomenti non sono tuttavia peculiari solo delle memorie di questo gruppo, essendo praticamente impossibile una loro univoca classificazione e ripartizione.

« Per quanto riguarda gli effetti di queste nuove concezioni, occorre sottolineare che la riduzione del personale, ed in particolare di quello meno specializzato, è solo una conseguenza che deve essere ottenuta mantenendo almeno inalterata, nella maggior parte dei casi migliorata, la qualità del servizio; e ciò anche di fronte ad una maggior concentrazione delle manovre necessarie, dovuta alla crescente estensione ed alle più strette esigenze della utenza.

« Il progetto, sia tecnico che organizzativo, il tipo e le prestazioni dei diversi impianti, le origini e la durata dei guasti non sono quindi che tre aspetti dello stesso problema della continuità del servizio.

« Un primo gruppo di tre memorie si riferisce a problemi generali della centralizzazione dei comandi nelle reti di distribuzione, problemi che non solo presentano vari aspetti tecnici ed economici, ma che richiedono anche un non meno complesso inquadramento organizzativo.

« Nella *memoria* A.d.11 di F. FAVONI - G. NICORA - G. SANI, *Alcuni criteri d'impostazione della tecnica delle informazioni nei posti di manovra e nelle cabine primarie ad essi asservite,* si fa appunto riferimento ad uno schema organizzativo di zona suddiviso in posti di manovra, installati presso cabine primarie presidiate, dai quali si comandano le altre cabine primarie, e che fanno a loro volta riferimento ad un unico centro pilota distrettuale.

Gli Autori espongono alcuni criteri utili per la progettazione di queste cabine telecomandate, elencando e confrontando le caratteristiche di alcuni tipi di registratori e discutendo la convenienza dei diversi sistemi per la raccolta delle informazioni e per la loro elaborazione. Le varie grandezze e situazioni presenti nella cabina possono infatti essere sia registrate localmente con registri cronologici o registratori analogici di eventi, come gli oscilloperturbografi, sia essere trasmesse al posto di manovra, per il telecomando e per la registrazione automatica del rapporto di esercizio.

« Vengono anche indicati, per uno schema tipico, quali siano le informazioni da registrare sulle linee, sui trasformatori, sui servizi ausiliari. Viene ricordato come le informazioni registrate possano essere utili per stabilire dei criteri di affidabilità degli impianti e per programmarne la manutenzione.

« La *memoria* A.d.15 di A. DELLA CANANEA - A. SCALISI, *L'esercizio ed il controllo centralizzati della rete di distribuzione,* si riporta ad un esercizio centralizzato impostato su centri operativi di zona di determinata estensione e numero di utenze, facenti capo a centri operativi distrettuali, per i quali viene preferita una disposizione di collegamenti a stella. Dal centro di zona dipendono poi numerosi organi periferici (agenzie, squadre lavori, ecc.).

« Lo scambio di informazioni deve avvenire sia fra i centri distrettuali e quelli di zona, sia fra questi e le rispettive cabine, sia con i vari organi periferici, anche non fissi.

« Sono quindi confrontate le caratteristiche dei vari sistemi di trasmissione: linee telefoniche, ponti radio, onde convogliate, radiotelefoni, concludendo in favore di un'opportuna diversificazione, secondo le differenti necessità della trasmissione.

« Gli Autori riportano infine alcuni criteri di progetto per un centro di zona, mediante un ridotto numero di telemisure di tensione e di potenza attiva e reattiva nei diversi nodi della rete.

« La *memoria* A.d.13 di L. AURIEMMA - D. CARRA - A. MADONNA, *Criteri di centralizzazione nel telegoverno delle grandi reti di distribuzione,* richiama la storia e la evoluzione degli impianti di telecomando e ne illustra le esigenze e possibilità attuali distinguendo gli impianti in un livello primario, costituito dalle reti di subtrasmissione in AT, che alimentano aree urbane o regionali, ed un livello secondario, costituito dalle reti a MT per lo più radiali. Un'ulteriore distinzione viene fatta fra le reti regionali e quelle urbane.

« Per il governo degli organi primari, tenuto conto delle particolari condizioni di struttura e di esercizio, è previsto un funzionamento individuale, se pure coordinato; per le reti secondarie si fa invece osservare come i criteri di telecomando possano essere imposti da situazioni preesistenti e da motivi anche non strettamente tecnici.

« Vengono poi esaminate la possibilità e la convenienza di sistemi di registrazione ed elaborazione di dati, secondo uno schema centralizzato che provvede a conservare il quadro delle situazioni e misure dell'intera rete, sia a fornire quelle statiche che sono necessarie ai programmi di manutenzione e di espansione del servizio. Sono quindi accennati i criteri di ridondanza di apparati e di informazioni che devono essere tenuti presenti per una buona affidabilità del sistema.

« Per la discussione, mi sembra interessante individuare nelle tre memorie alcuni argomenti comuni, sui quali non vi è però piena concordanza dei punti di vista.

« In primo luogo, per semplificare il discorso, mi sembrerebbe utile una precisazione di nomenclatura: i termini di telegoverno, telecomando e telecontrollo sembrano spesso usati con significato analogo ed intercambiabile; prescindendo dal comune prefisso, credo si debba distinguere il governo, cioè l'impartire delle istruzioni, più generali che specifiche, dalla funzione di comando che, riferita ad organi fisici, equivale sostanzialmente alla esecuzione di determinate manovre; il termine controllo mi sembra debba qui essere prevalentemente usato nel suo significato originario di "verifica" e "raccolta di dati" anzichè in quello utilizzato, più specificatamente, nel campo della regolazione automatica.

« La distinzione non appare superflua in quanto diversa è l'organizzazione e la struttura degli organi che eseguono queste funzioni,

indicati nelle tre memorie. In una il governo delle reti è affidato al centro pilota, il telecomando ai posti di manovra, dove concorrono numerose indicazioni, di misure e di segnalazioni. Nell'altra, facendo riferimento ad un criterio forse più organizzativo, queste funzioni sono ripartite fra i centri operativi di distretto, di zona e quelli di agenzia prevedendo, da parte dei singoli centri di zona, un controllo sulla base delle tensioni e delle potenze attive e reattive nei principali nodi.

« In definitiva, tutti tendono ad un attivo scambio di informazioni fra i diversi centri ma la discussione è aperta sulla qualità e quantità di queste informazioni, sul livello a cui deve essere attuato il telecomando, sui criteri di scelta, pur evidentemente non univoci, dell'organizzazione del telecomando, in base allo schema della rete, alla sua potenza, alla distanza dei centri, alla loro accessibilità ecc.

« Più specificatamente poi, sarebbe interessante un confronto di opinioni e di esperienze sui temi illustrati dagli Autori e particolarmente:

— sui vantaggi delle registrazioni a richiesta manuale, rispetto a quelle cicliche;

— sul confronto fra l'utilizzazione di ponti radio, di onde convogliate, di radiotelefonia omnidirezionale;

— sui valori più convenienti per le velocità di trasmissione dei dati;

— sulla differenziazione fra reti urbane e regionali sia per quanto riguarda il numero e la qualità delle informazioni, sia per quanto riguarda i criteri operativi.

« Mi sembra anche importante sottolineare il pericolo — rilevato nella memoria A.d.13 — dell'eccessivo numero di enti controllati, ai fini della sicurezza dell'esercizio e capacità di intervento degli operatori; è possibile dare dei criteri più dettagliati a questo riguardo? Dal punto di vista tecnico ed organizzativo, fino a quale limite può essere portata la "banalizzazione" dei comandi senza scadere di qualità nel servizio?

« Un altro problema, congiuntamente accennato dagli Autori, è quello dell'affidabilità, al quale preferirei però far riferimento più tardi, in relazione all'ultimo gruppo di memorie.

ALLEGATO I2

« Altre tre memorie, che possono essere raggruppate per la discussione, si riferiscono a specifici impianti in esercizio o a specifiche apparecchiature di produzione industriale.

« La *memoria* A.d.14 di E. Cavallo - C. M. Mondo, *Centro di telecontrollo di reti urbane a media tensione dell'esercizio distrettuale di Torino dell'ENEL,* descrive un recente impianto di quadro sinottico per la rete a 22 kV. Esso consente l'immediata percezione della situazione della rete, con la posizione dei sezionatori ed interruttori; i valori di corrente sono rappresentati, per le singole linee, da indicatori luminosi di livello percentuale, a sei posizioni; le tensioni sulle varie sbarre, da indicatori a quattro posizioni. È però previsto un complesso di telemisura in valori reali, per la stampa in chiaro delle diverse grandezze.

« Un anno di esercizio consente di dare un giudizio pienamente favorevole sull'impianto.

« La *memoria* A.d.16 di L. Auriemma - D. Carra - A. Madonna, *Raccolta e stampa centralizzata, con calcolatore in linea, ed elaborazione statistica delle misure dei carichi della rete MT della città di Napoli,* descrive i criteri di progetto e l'esperienza di funzionamento di un impianto di raccolta e stampa di dati, seguiti recentemente dall'installazione di un calcolatore.

« L'impianto oltre a consentire la visualizzazione e la registrazione dei valori delle correnti nelle varie linee MT, registra, in intensità e durata, i sovraccarichi esistenti, che superino valori prefissati. La trasmissione è effettuata tramite doppini telefonici con apparecchiature di tipo modulare che impegnano una banda di 120 Hz e che sono esplorati con sistemi ciclici automatici.

« La memoria è ricca di notizie e dati sulle modalità di funzionamento dell'impianto, che non è qui facile riassumere.

« Nella *memoria* A.d.12 di D. Draeger - G. Sicconi - M. Vagliasindi, *Elaborazione automatica del libro di servizio e registrazione dei valori di misura con apparecchiature apposite e con calcolatore di processo nel campo della distribuzione di energia elettrica,* vengono descritte le apparecchiature di produzione Siemens per la registrazione ed elaborazione automatica di misure e segnali. Esse consentono di automatizzare la scritturazione dei registri di servizio, il controllo dei sovraccarichi, la ricostruzione degli eventi.

« La memoria riporta vari schemi funzionali ed illustra le caratteristiche tecniche e le modalità di funzionamento dei diversi organi; sono quindi messi in evidenza i criteri di convenienza economica degli impianti più complessi, con l'indicazione di alcune realizzazioni in esercizio.

« Non so se la discussione possa scendere ai dettagli costruttivi delle apparecchiature illustrate nelle tre memorie; è tuttavia interessante notare l'esistenza di soluzioni fra loro abbastanza differenti, per impostazione e funzionalità.

« Viene da chiedersi se sia conveniente pensare, in vista di una sempre più stretta interdipendenza fra le reti di distribuzione e i rispettivi centri organizzativi, ad un'unificazione di criteri e di codici; o se è necessario far precedere questa unificazione da una certa esperienza.

« Il fatto che, al di là di un certo livello di informazioni, risultino più convenienti o addirittura necessarie apparecchiature complesse come i calcolatori di processo, dovrebbe far pensare che la loro installazione deve essere prevista e resa compatibile su tutte quelle reti che possano raggiungere uno sviluppo considerevole.

« Questi tre lavori permettono inoltre un confronto fra le esigenze che sono state poste nelle prime tre memorie e alcune realizzazioni in servizio.

« Diversi punti meriterebbero una discussione: come i criteri di registrazione indicati nella memoria A.d.12, e la diversificazione che in essa si fa tra la registrazione delle segnalazioni e quella delle misure; come l'alternativa, che nella stessa memoria si pone, per limitare il costo dell'apparecchiatura, fra la rinuncia alla stampa in chiaro e la perdita di risoluzione; come l'impiego di pochi indicatori luminosi di livello, riportato nella memoria A.d.14, a confronto con il più complesso e completo indicatore di sovraccarichi indicato nella memoria A.d.16.

ALLEGATO I3

« Vi sono infine due contributi alla conoscenza statistica dei disservizi, sia nei riguardi delle cause che li provocano, sia nella determinazione della loro durata e delle relative conseguenze.

« Nella *memoria* A.d.18 di A. Finzi-Contini - L. Lagostena - P. L. Noferi, *Continuità del servizio sulle reti radiali di distribuzione e mezzi per migliorarlo,* viene illustrato come l'impiego di calcolatori numerici consenta la determinazione delle quantità di kWh non forniti, in conseguenza di guasti.

« La memoria descrive un programma, che costituisce un perfezionamento di metodi sviluppati dall'Eléctricité de France; esso richiede la conoscenza sia della ripartizione, come numero e come dislocazione, dei vari tipi di guasti, sia delle modalità d'intervento usate per individuarli e ripararli.

« Il calcolo, effettuato con diverse ipotesi, può servire a migliorare la qualità del servizio, consentendo di individuare le modalità d'intervento più efficaci, la struttura più razionale per la rete e permettendo di valutare la convenienza economica di collegamenti di riserva fra reti o di apparecchiature automatiche per la selezione dei guasti.

« La *memoria* A.d.17 di D. Minuto, *Telecomandi, rilevazione statistica di guasti e loro causa,* riporta il numero e la durata di disservizi per 25 impianti di telecomando nel periodo di circa otto anni. I vari impianti sono di caratteristiche assai diverse e ciò giustifica la frequenza di alcuni tipi di guasti, cui si è successivamente in parte rimediato.

« Da queste memorie, pur riguardanti aspetti assai diversi del problema dei disservizi, si può riscontrare il divario oggi esistente fra le possibilità di elaborazione statistica, attuabili con i moderni calcolatori, e la conoscenza, sufficientemente accurata e dettagliata, degli elementi da porre alla base delle elaborazioni stesse.

« Parrebbe a me, da profano, doversi procedere con gradualità, impostando dapprima il minimo numero di distinzioni possibili fra i vari tipi di disservizio, in modo da poter avere rapidamente un numero di dati sufficientemente rappresentativo ai fini statistici; solo successivamente si potranno chiarire le relazioni esistenti fra le caratteristiche dei guasti ed i diversi fattori, propri delle singole reti, anche perchè l'avvento e l'estensione di tecniche particolari può modificare in breve tempo l'importanza di tali fattori. Spetta invece alla capacità di lavoro dei calcolatori indicare quanto mutino le conclusioni del calcolo, adottando queste ipotesi largamente semplificative.

« Possono, ad esempio, gli Autori della memoria A.d.18 fornire qualche risultato relativo allo schema di calcolo riportato? Quali sono i parametri che assumono maggiore importanza quantitativa nel risultato, e con quale margine d'incertezza possono essere assunti?

« Per quanto riguarda i disservizi sulle apparecchiature di telecomando è da chiedersi se, prese le opportune precauzioni per la protezione dalle sovratensioni e per l'eliminazione, in un primo periodo di servizio, degli elementi difettosi, la durata dei disservizi possa essere sostanzialmente ridotta.

« Questa memoria richiama poi quanto già detto nelle precedenti in materia di affidabilità, sia per quanto riguarda l'intera rete di distribuzione, sia per le singole apparecchiature di telecomando e telecontrollo.

« Anche qui, per un discorso completo, occorrerebbe forse una più dettagliata conoscenza delle distribuzioni probabilistiche dei guasti; vi è qualcuno in grado di riportare qualche risultato, anche preliminare, o qualche sforzo compiuto per ottenerlo?

« L'argomento, come è sottolineato da vari Autori, lo meriterebbe.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA
Sezione 2: Impianti di distribuzione
Gruppo f): *Linee aeree MT e BT*
Relatore: G. VINEIS

ALLEGATO L1

« L'argomento è di grande attualità in considerazione della recente entrata in vigore del Regolamento allegato al D.P.R. n. 1341 del 13 dicembre 1964, che sostituisce le precedenti Norme CEI 11.4; è di attualità inoltre in quanto presso i competenti organi dell'ENEL è in stato di avanzata elaborazione il progetto di unificazione, su base nazionale, dei criteri di costruzione delle linee aeree a media e bassa tensione.

« Sembra opportuno anticipare e riassumere le notizie contenute nelle memorie circa alcune conseguenze dell'entrata in vigore del nuovo Regolamento:

— con l'eccezione di taluni casi di attraversamento non è prescritta la verifica, nelle ipotesi a conduttori rotti, per i sostegni di rettifilo o per angoli non superiori a 5°;

— viene data una direttiva precisa per quanto riguarda l'infissione diretta nel terreno dei sostegni a stelo unico ed è precisata una formula per la verifica dei blocchi di fondazioni che valorizza maggiormente, rispetto alle vecchie Norme, il contributo laterale del terreno; si esimono inoltre dalla verifica per l'infissione i sostegni con tiro di lavoro in cima non superiore a 200 kg;

— sono resi uniformi i coefficienti di sicurezza sulla intera linea, riducendo pertanto le distinzioni tra tratte "in campagna" e tratte "in attraversamento";

— si fa esplicita menzione a possibili sostegni di rettifilo (o per angoli minori di 5°) aventi resistenza nel senso longitudinale almeno uguale a 1/5 di quella trasversale; si apre pertanto la strada al possibile impiego di sostegni con struttura sostanzialmente diversa da quelle tradizionali in Italia;

— si riduce il franco minimo da terra per le linee BT da 6 a 5 m;

— si introduce il criterio di ritenere valide, a complemento o in sostituzione dei calcoli, le prove di rottura sui prototipi; anzi come logica conseguenza è previsto in qualche caso che, determinati sperimentalmente i tiri di rottura, ad essi si applichino coefficienti di sicurezza minori rispetto a quelli applicati ai valori ottenuti dal calcolo.

« Ho citato alcune favorevoli innovazioni del nuovo Regolamento; altre meno favorevoli o più limitative rispetto al passato potrebbero essere richiamate: mi limiterò ad accennare ad una da cui trae spunto la *memoria* A.f.09 dell'ing. PEDONE, *Linee di grande distribuzione site in zone di elevato costo di asservimento - Un particolare aspetto del problema visto alla luce delle Nuove Norme Linee.*

« Il nuovo Regolamento riferisce la zona di asservimento di una linea elettrica aerea alla posizione dei conduttori deviati di 30° rispetto alla verticale.

« Ne deriva una interdipendenza tra campata e quindi freccia e oneri di asservimento; per linee a tensione elevata, con grandi campate attraversanti zone a costi di asservimento molto alti questa dipendenza può condurre ad un accorciamento della campata quale risulta dalla normale valutazione di minimo costo o, in altre parole, alla impostazione del calcolo della campata economica su basi più complete di quanto si sia fatto fino ad oggi.

« Nella memoria dell'ing. PEDONE le valutazioni sono sviluppate per linee di grande distribuzione a 50 e 130 kV; sono anche individuati limiti di costo unitario degli asservimenti oltre i quali le suddette considerazioni assumono incidenza rilevante.

« Passando all'argomento specifico delle linee aeree MT e BT abbiamo una *memoria* A.f.02 dell'ing. FALCONE, *Notizie in merito a un metodo semplificato di progetto e di verifica di linee per distribuzione di energia elettrica in MT e BT,* nella quale è esposto un metodo di valutazione delle cadute di tensione e delle perdite di potenza sulle linee, ottenuto apportando alle formule classiche le semplificazioni consentite dal grado di approssimazione richiesto in questi casi anche in relazione alla attendibilità con cui possono essere noti alcuni parametri.

« Segue la *memoria* A.f.06 degli ingg. CORTINA e SFORZINI, *Il comportamento in ambiente inquinato artificiale di isolatori per linee a media tensione.*

« Gli Autori si sono proposti, con lo studio in esame, di verificare il comportamento in ambiente inquinato artificialmente, sotto tensione alternata a frequenza industriale, di una serie numerosa di isolatori a MT scelti fra i tipi più comunemente impiegati in Italia.

« I metodi di prova sono stati sottoposti preventivamente a qualche verifica circa la rappresentatività, tenendo conto tra l'altro di una recente ricerca congiunta, sull'argomento, dei tre Enti elettrici inglese, francese ed italiano.

« I procedimenti di prova, necessariamente di laboratorio (CESI), sono quello della nebbia salina e quello dell'inquinamento solido uniforme in nebbia pulita.

« Metodi, messe a punto e prove preliminari sono ampiamente descritti nella memoria che rappresenta un notevole contributo allo studio di fenomeni di sempre maggiore attualità.

« I risultati possono in breve essere riassunti come segue:

— vetro e porcellana hanno comportamento molto simile;

— il comportamento è tanto migliore quanto più è bassa la tensione nominale dell'isolatore;

— molti isolatori studiati in funzione "antinebbia" hanno dato risultati non migliori dei corrispondenti isolatori normali;

— i trattamenti superficiali al silicone hanno dato risultati deludenti;

— due isolatori accoppiati (doppio isolatore) hanno una tenuta leggermente inferiore rispetto all'isolatore semplice; ciò può essere dovuto semplicemente al fatto che si raddoppiano, nella prova, le probabilità di scarica;

— gli isolatori a catena in amarro si comportano meglio che in sospensione;

— dal punto di vista della forma si comportano meglio gli isolatori con più elevato sviluppo delle linee di fuga e con più elevato fattore di forma;

— si riscontra una notevole influenza dell'effetto di autoprotezione.

« Alcune delle conclusioni possono lasciare qualche perplessità, dato il contrasto con radicate opinioni correnti; un caldo invito agli Autori a continuare nello studio e nelle sperimentazioni.

« La *memoria* A.f.12 di CORTINA - DE MICHELIS - SERRAVALLI - SFORZINI, *I disturbi alle comunicazioni radio e televisive prodotti dalle linee aeree a media tensione,* descrive le apparecchiature, le modalità di prova e i risultati di un approfondito studio sull'argomento; molto in breve i risultati possono essere così riassunti:

— negli isolatori di tipo rigido la maggior parte dei disturbi ha origine nel contatto conduttore/gola e il livello varia poco da tipo a tipo di isolatore e da tipo a tipo di legatura. L'inquinamento ha scarsa influenza;

— negli isolatori sospesi il livello di disturbo è in generale molto basso ed è sensibile solo se vi sono elementi rotti o forte ossidazione del contatto perno/orbita;

— per quanto riguarda in particolare la TV si riscontra che i disturbi sono minori sulle frequenze più elevate;

— i disturbi si attenuano molto rapidamente con la distanza dalla sorgente.

« Le prove sono state effettuate in laboratorio; personalmente mi lascia qualche perplessità la conclusione che i disturbi dipendano poco dalle modalità di esecuzione delle legature, perchè in contrasto con l'opinione che mi ero fatto dalla letteratura tecnica; sarebbe interessante sapere dagli Autori se sono già state effettuate le ulteriori prove in esercizio, preannunciate nella memoria, e in caso affermativo quali ne sono state le conclusioni.

« Seguono alcune memorie riguardanti la progettazione meccanica delle linee.

« Gli ingg. SPERTI e RENIER nella *memoria* A.f.03, *Una serie di sostegni a traliccio per linee a media tensione,* riferiscono sui criteri in base ai quali è stata studiata una serie normalizzata di sostegni a traliccio in acciaio per linee MT.

« Gli Autori hanno accertato che i sostegni a traliccio sono competitivi, in generale, quando si richiede uno sforzo in cima supe-

riore a circa 600 kg; si presentano quindi come una conveniente alternativa ad altri tipi per linee di una certa consistenza.

« Gli Autori riferiscono poi sulle indagini preliminari per definire altezza e prestazioni normali e sui calcoli di ottimazione; il tutto effettuato attraverso l'impiego di calcolatore elettronico.

« Un criterio molto interessante nella impostazione dello studio è quello di ridurre al minimo il numero dei componenti, cercando di costruire sostegni di diversa altezza e prestazione con elementi per quanto possibile uguali; sono evidenti i vantaggi economici ed organizzativi che se ne ritraggono.

« Circa l'impiego di un calcolatore elettronico, di tipo economico, per la progettazione meccanica ed elettrica delle linee si tratta anche nella *memoria* A.f.04 degli ingg. Faraoni e Speranza, *L'impiego di un piccolo calcolatore elettronico per la risoluzione di alcuni problemi della distribuzione, con particolare riferimento alla verifica meccanica delle linee aeree.*

« Quanto esposto nella memoria rappresenta un'utilissima traccia per quanti, e sono molti, hanno necessità oggi e ancor più in futuro, di avvalersi dei calcolatori per progettazioni e verifiche nel settore che ci interessa.

« La *memoria* A.f.07 dell'ing. Rostagno, *Resistenza meccanica e sovraccarichi eccezionali dei conduttori di linee elettriche di distribuzione,* esamina i limiti dei conduttori normali e di alcuni conduttori speciali nei riguardi della resistenza meccanica in particolari condizioni di sollecitazione.

« Lo studio di questi casi assume una importanza crescente in considerazione dell'estensione delle reti a zone, come quelle alpine o appenniniche, dove sollecitazioni meccaniche molto rilevanti sono frequenti.

« Considerazioni analoghe valgono per la *memoria* A.f.08 degli ingg. Fragiacomo e Pirovano, *Recenti esperienze di impiego di conduttori in corda di rame-acciaio per la costruzione di linee aeree MT in alta montagna.* Gli Autori oltre che gli aspetti meccanici dell'argomento prendono anche in considerazione quelli termici, in particolare gli effetti delle correnti di corto circuito.

« Gli ingg. Bottini e Di Marco presentano una *memoria* A.f.10 dal titolo, *Comportamento alle sollecitazioni meccaniche di una cabina prefabbricata e banco di prova per mensolame di linee aeree MT e BT.*

« Per necessità organizzative riferisco anche per quanto riguarda le prove meccaniche su un tipo di cabina prefabbricata, argomento non specificamente compreso nei miei compiti.

« Nella memoria sono esposti i criteri con cui è stata ideata la cabina, i procedimenti di collaudo ed i risultati delle prove, tutti soddisfacenti.

« Dal punto di vista economico gli Autori concludono per un minor costo della cabina prefabbricata rispetto a quelle tradizionali soprattutto in conseguenza dei minori tempi di montaggio delle apparecchiature elettriche, i cui punti di fissaggio possono essere predisposti in stabilimento.

« L'iniziativa è interessante e si affianca ad iniziative analoghe in corso presso altri Compartimenti; la memoria sarà certamente di valido aiuto al Gruppo di Lavoro ENEL che si occupa di unificazione delle cabine.

« La seconda parte della memoria riguarda le prove meccaniche sul mensolame di linea: è un valido esempio di applicazione dei nuovi criteri introdotti nel Regolamento per le linee aeree.

« Inutile dire che da una serie di prove sui materiali unificati si ricavano molte e molto più attendibili notizie circa il comportamento effettivo in esercizio e si possono effettuare più completi confronti tra materiali e tipi costruttivi diversi; dell'argomento si parlerà ancora a proposito di una successiva memoria.

« La *memoria* A.f.05 dei proff. Iliceto e Lorenzetti, *Ottimazione del progetto delle linee di elettrificazione rurale a media tensione,* inizia con un esame critico del nuovo Regolamento a confronto con le vecchie Norme e sviluppa una completa rassegna dei criteri costruttivi e dei materiali impiegabili.

« Non tutte le affermazioni degli Autori possono essere a mio parere integralmente condivise; quanto meno sono subordinate a specifiche condizioni ambientali.

« Quanto sopra vale per la distribuzione monofase, economica solo per determinare caratteristiche di densità e distribuzione dei carichi, per i sostegni in cemento armato centrifugato, che trovano valida alternativa nei sostegni tubolari in acciaio, specie dove vi sono difficoltà di trasporto e nei sostegni a traliccio, specie per prestazioni elevate e rilevanti difficoltà di trasporto.

« Anche i vantaggi derivanti dall'impiego di conduttori in alluminio-acciaio e lega di alluminio sono ampiamente discutibili, soprattutto se si tiene conto dei maggiori oneri di messa in opera e di esercizio.

« Le osservazioni cui ho accennato, motivo d'altra parte di discussione tra i tecnici, nulla tolgono alla validità della memoria, soprattutto in considerazione della sua completezza.

« Nel campo della progettazione elettrica e meccanica delle linee aeree a conduttori nudi il panorama si chiude con la *memoria* A.f.01 degli ingg. Comellini - Vergani - Vineis, *Orientamenti nella progettazione e nella costruzione di linee aeree a MT,* che dovrebbe contenere un po' tutte o almeno gran parte delle considerazioni svolte nelle precedenti memorie in quanto prende origine dagli studi condotti dal Sottogruppo ENEL per la unificazione delle linee aeree MT e BT.

« Dopo una premessa sulle conseguenze pratiche della nuova regolamentazione per le linee aeree, già citate nella prima parte del mio rapporto, nella memoria vengono esposti i criteri con cui sono stati scelti i conduttori da unificare e le considerazioni che permettono di ridurre decisamente il numero delle sezioni.

« Nella memoria sono esposte le premesse che hanno ispirato la scelta dei materiali, i criteri di calcolo e di prova, le conclusioni pratiche ai fini della unificazione.

« Sono citati anche alcuni studi sviluppati allo scopo di individuare la possibilità di impiego di materiali nuovi.

« Il contenuto della memoria si presta sicuramente a discussioni anche indipendentemente dal fatto che qualsiasi scelta porta con sè aspetti positivi ed aspetti negativi; naturalmente qualsiasi iniziativa di unificazione comporta l'abbandono di criteri e sistemi più o meno ampiamente diffusi e quindi qualche sacrificio per chi deve adattarsi ai nuovi indirizzi.

« Mi sembra opportuno sottolineare in questa sede che, ogni qualvolta è stato possibile, sono state seguite le esistenti unificazioni UNEL ed UNI.

« Infine, per chiudere, la *memoria* A.f.11 degli ingg. Azzariti - Cavallini - Fubini, *La distribuzione in bassa tensione mediante cavi aerei - Esperienze di un decennio,* nella quale, rifacendosi ad una lunga esperienza passata, gli Autori espongono i vantaggi derivanti dall'impiego dei cavi aerei in generale, dall'impiego del neutro nudo come corda portante in particolare.

« Alcune considerazioni di carattere economico esposte dagli Autori potranno non trovare consenzienti altri Colleghi dell'ENEL; a mio parere le suddette considerazioni vanno inquadrate nell'ambiente in cui le linee si sviluppano: clima, tenore di vita, caratteristiche dei fabbricati, livello dei consumi, esigenze dell'utenza in fatto di qualità del servizio, ecc.

« Anche il criterio di impiego del conduttore neutro come corda portante può costituire motivo di ampia discussione: va dato atto agli Autori in ogni caso di avere documentato la memoria con i risultati di numerose misure di tensione verso terra in caso di guasto, dati che non trovano spesso riscontro in analoghe esposizioni.

« La discussione potrà fornire ulteriori elementi di valutazione anche per questo secondo aspetto della memoria, a mio parere, un determinato criterio di impianto è comunque valido nel quadro di un coerente sistema costruttivo generale semprechè siano verificate precise premesse riguardanti la sicurezza, la qualità e la continuità del servizio.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA
Sezione 2: Impianti di distribuzione
Gruppo g): *Cavi MT e BT*
Relatore: F. Marocchi

ALLEGATO Mi

1. - *Introduzione.*

« Sull'argomento "cavi a bassa e media tensione" sono state presentate 9 memorie di livello vario ma che toccano tutte più o meno problemi di attualità. Quattro di esse trattano propriamente di cavi e quattro di accessori, una riguarda in generale l'impiego dell'alluminio nei conduttori nudi e nei cavi. Mi scuso con gli Autori (quasi tutti giovani, non solo valenti e competenti, ma pieni di idee e di iniziativa) se nel passare in rassegna rapidamente i loro contributi sono costretto a schematizzare molto, a omettere cose interessanti, a dare forse in qualche punto un'impressione leggermente diversa dalle loro intenzioni.

« Penso sia conveniente cominciare col riassumere la pregevole *memoria* dell'ing. Davini, che parla dello sviluppo dei cavi per media e alta tensione con isolanti diversi dalla carta impregnata; poi, una dopo l'altra, la *memoria* dell'ing. Furlani che dà una visione dei tipi di cavi per bassa e media tensione più usati in alcuni paesi

europei, e quella industrialmente interessante degli ingg. Bertazzi e Furlani, in cui si propone di normalizzare un nuovo tipo di cavo a 20 kV. A questo punto si può inserire la *memoria* dell'ing. Dassetto sull'uso dell'alluminio nei cavi e infine parlare dell'uso del sodio secondo quanto riferisce la *memoria* dell'ing. Comellini.

« Passando alle 4 memorie sugli accessori, conviene soffermarsi brevemente sulle due, di vari autori, che avanzano importanti proposte di normalizzazione di metodi e criteri di prova per gli accessori in generale e per i connettori di alluminio in particolare; ed infine accennare a due memorie di origine estera che suggeriscono qualche piccola novità: una terminazione che utilizza un materiale con altissima costante dielettrica ed un morsetto a molla per piccoli conduttori.

2. - *Lo sviluppo dei cavi per media e alta tensione con isolante solido,* di G. Davini.

« Giustamente l'Autore di questa bella e interessante memoria comincia con l'osservare che l'espressione "isolante solido" è poco significativa. In questo riassunto parleremo di "isolanti estrusi", richiamandoci al procedimento con il quale tali isolanti "non stratificati" vengono applicati sui conduttori. Si tratta in ogni caso, come è noto, di "mescolanze" a base di "polimeri sintetici", le quali possono essere "termoplastiche" o "elastomeriche". Diamo per conosciuto il significato di queste parole e di varie altre; e sorvoliamo, purtroppo, anche sui problemi della fabbricazione delle mescolanze e dei cavi, problemi dalla cui risoluzione in scala industriale dipende ovviamente tutto il resto e sui quali l'Autore ed i suoi colleghi la sanno molto lunga.

« L'Autore passa brevemente in rassegna 5 tipi di isolanti estrusi e si sofferma sulle caratteristiche elettriche dei cavi a media e alta tensione (6 kV e oltre) con essi prodotti. Abbiamo cercato di riassumere nella seguente tabellina alcune di tali caratteristiche, aggiungendovi per confronto quelle dei normali cavi isolati con carta impregnata (mancano dati diretti per il PE reticolato, ma si può ritenere che essi siano sostanzialmente uguali a quelli dell'EPR). Ci manca il tempo per commentare tale tabella; aggiungiamo piuttosto che, nel campo delle medie tensioni (da 6 a 30 kV) che è quantitativamente di gran lunga il più importante, gli spessori isolanti adottati in pratica per i vari materiali sono press'a poco gli stessi, a parità di tensione d'esercizio, cioè sono poco superiori a quelli dei normali cavi in carta. Ciò in sostanza vuol dire che — in quel campo, e se i cavi sono "fatti bene" — i vari isolanti press'a poco si equivalgono.

« Il problema più importante per la sicurezza elettrica e la durata di questi cavi è, come è noto, quello delle scariche parziali: tutti gli sforzi dei costruttori sono tesi a prevenire la formazione di tali scariche, sia nella massa dell'isolante, sia alla sua superficie interna ed esterna con l'applicazione dei cosiddetti schermi semiconduttori. Inoltre, nell'eventualità che non si riesca a prevenirle del tutto, è bene usare materiali molto resistenti alle scariche parziali e le righe *g* e *h* della tabella mostrano che sotto questo aspetto i materiali sono ben diversi.

« Non c'è tempo qui di soffermarci a parlare delle scariche parziali nei cavi, del modo di rivelarle, della sensibilità della misura, dell'esistenza o meno di una correlazione fra l'entità delle scariche e la vita del cavo e di tante altre cose che appassionano gli specialisti, e nemmeno di quel costoso ma decisivo procedimento di controllo che si chiama "scanning" o esplorazione continua dei conduttori isolati nel corso della fabbricazione.

« Fra le prove di tipo che riproducono, aggravate, le condizioni di servizio ricordiamo quella dei cicli termici sotto tensione aumentata: i cicli termici danno luogo fra l'altro a pericolose variazioni differenziali di volume, di cui si ha un'idea se si pensa che il coefficiente di dilatazione degli elastomeri è 4-5 volte, e dei termoplasti 10-15 volte, quello del rame.

« Naturalmente l'ambizione e l'interesse di coloro che si occupano di questi nuovi isolanti è di oltrepassare il campo delle medie tensioni. Oltre 35 e fino a 60-65 kV esistono oggi in esercizio alcuni chilometri di cavi isolati con EPR (prodotti specialmente dalla Pirelli) e parecchi chilometri di cavi in politene (prodotti specialmente in Francia). Oltre 65 kV, il materiale più promettente è il politene, ed esistono infatti già alcune interessanti realizzazioni a 110 kV ed a 138 kV. A parte il loro costo, cavi così fatti hanno un rapporto di sicurezza assai più basso e incerto di quello che è sempre stato ed è abituale nella tecnica dei cavi.

« Nella memoria, i nuovi tipi di cavi sono considerati quasi solo sotto l'aspetto della tensione; può essere interessante guardarli anche sotto l'aspetto della corrente, almeno nel campo delle medie tensioni. La tabellina seguente mostra che gli elastomeri hanno portate notevolmente superiori ai termoplasti e che il vantaggio rispetto

a	Mescolanze a base di		Termoplasti		Elastomeri		Carta impregn.
			PVC	PE	Butile	EPR	
b	Fattore di perdita $\varepsilon \cdot \operatorname{tg}\delta$ (in $^0/_{00}$)	a 20 °C .	300	0,55	12	6	20
c		a 80 °C .	510	0,2	40	20	26
d	Tensioni applicabili a parità di perd. dielettr. a 80 °C (in kV) (1) . .		4,5	(230)	16	23	20
e	Tensioni nominali (in kV trifasi) di impiego	frequente	6 ÷ 10	10 ÷ 30	6 ÷ 20	10 ÷ 30	6 ÷ 30
f		eccezion.	⩽ 30	⩽ 138	⩽ 30	⩽ 60	⩽ 60
g	Resistenze alle scariche parziali (cella Pirelli, ore) . .	media .		24	8	1800	
h		minima .	12 000	9	4,5	420	

(1) Confronto teorico: tensioni che danno luogo alle stesse perdite dielettriche di un cavo in carta a 20 kV, supponendo che tutti i cavi abbiano le stesse dimensioni e funzionino a 80 °C.

a	Mescolanza a base di		PVC	PE	Butile	EPR	Carta impregn.
m	Temperatura d'esercizio (per cavi a 20 kV)	(in °C)	70	70	80	80	65
m	Rapporto portate (1) per posa	in terra a 20 °C	105	105	115	115	100
o		in aria a 35 °C	108	108	123	123	100
p	Temp. max in corto circuito	(°C)	160	140	220	220	170

(1) Supponendo che la resistenza termica totale sia la stessa per tutti.

al cavo di carta è soprattutto sensibile per la posa in aria (posa per la quale il cavo in carta è meno conveniente anche dal lato meccanico). Questo spiega il favore che i cavi con isolanti estrusi trovano negli impianti industriali, nelle centrali elettriche, ecc., mentre scarso o nullo per essi è l'interesse nella distribuzione sotterranea a media tensione (in Europa).

ALLEGATO M2

3. - *Notizie sui cavi impiegati in alcuni paesi europei per la distribuzione dell'energia elettrica,* di S. Furlani.

« I paesi considerati sono Francia, Germania Occidentale e Gran Bretagna, con una occhiata naturalmente anche all'Italia; i cavi presi in esame sono solo quelli usati dai Compartimenti degli Enti Nazionali di Elettricità o dalle Società che eserciscono la distribuzione pubblica. Le notizie sono molte; possiamo qui solo accennare ad alcune, avvertendo che il riassunto può apparire inesatto, anche perchè la situazione è in movimento: dappertutto si stanno introducendo in uso tipi di cavi più o meno nuovi, ma d'altra parte in ogni paese si cerca di normalizzare uno o pochi tipi, per ridurre i costi. Purtroppo i tipi adottati nei differenti paesi sono diversi, e ciò per molteplici ragioni, fra cui diversità nei sistemi di distribuzione. Nella tabellina seguente sono sintetizzate le principali caratteristiche costruttive dei 5 tipi di cavi usati oggi o probabilmente in un prossimo futuro per le reti a bassa tensione (escluse le derivazioni ai singoli utenti): i primi 4 per posa sotterranea, il quinto per posa aerea.

« Il materiale dei conduttori isolati, in tutti i suddetti tipi, è in grande prevalenza l'alluminio (ad eccezione dell'Italia).

« Circa i materiali isolanti dobbiamo limitarci ad accennare che la carta impregnata va più o meno rapidamente declinando (tranne che in Gran Bretagna), e che i "plastici o elastomeri" in uso nei diversi paesi sono diversi (PVC comune in Germania; PE reticolato o PVC speciale in Francia; butile in Italia; una unificazione, anche solo nell'ambito del Mercato Comune, appare difficile e improbabile a breve scadenza, per la diversità delle prestazioni che sono richieste o preferite.

« Passando a dare un'occhiata al campo della media tensione, la situazione è riassunta nella tabella seguente. C'è in ogni paese tendenza a unificare una o al massimo due tensioni trifasi e corrispondentemente uno o due soli tipi di cavi; sembra che nei paesi del Mercato Comune tenda a prevalere la tensione di 20 kV (max 24 kV) ed il cavo schermato settorale (a unica guaina). Sembra più facile in questo campo raggiungere l'unificazione di uno o due tipi di cavi accettabili in parecchi paesi europei. Si tende anche a scegliere un numero limitato di "sezioni preferenziali" (e ciò anche per i cavi a bassa tensione).

4. - *Un nuovo tipo di cavo per reti di distribuzione a 20 kV,* di M. Bertazzi e S. Furlani.

« Questa interessante memoria, dopo aver accennato alla complessa situazione delle reti in cavo a media tensione in Italia (la maggioranza hanno tensione d'esercizio intorno a 10 kV, una parte intorno a 15 kV e solo 10-12 % oltre 15 kV; i cavi poi, in gran maggioranza sono isolati per 15 kV anche se lavorano a tensione

Forma costruttiva	A	B	C	D	E
Numero di conduttori isolati	4	3	4	3	1
Materiale isolante	carta impregnata		plastici o elastomeri		
Guaina metallica	Pb	Al	—	—	—
Conduttore concentrico	—	Al	—	fili Cu	—
Armatura di ferro	sì-no	no	sì-no	no	no
Guaina protettiva PVC	no-sì	sì	sì	no	sì-no
Paesi nei quali il tipo di cavo è usato	GB, I	D e I	I e D	D, I, (I)	I, F

« Il capo tipo A è quello tradizionale ed è ancora un po' usato in Italia mentre è quasi il solo usato in Gran Bretagna; il tipo B è largamente usato in Germania e un poco anche in Italia (finora circa 250 km a Milano e circa 500 km a Roma); il tipo C è stato ed è usato un po' in tutti i paesi, ma sembra che si delinei ovunque l'affermazione del tipo D, il quale finora è largamente usato in Germania.

« Il tipo D è detto impropriamente "cavo concentrico" perchè ha il quarto conduttore disposto intorno agli altri come un tubo: tubo non continuo (come nel caso B) ma costituito da fili di rame (in Francia però è ammesso anche l'Al), i quali — nella realizzazione più moderna — sono disposti in forma sinusoidale per facilitare la esecuzione delle derivazioni senza tagliare i conduttori.

minore), dà come abbastanza probabile una evoluzione verso l'unica tensione di 20 kV, pur sottolineando i grossi problemi tecnici ed economici che tale trasformazione comporta.

« Per la tensione di 20 kV vanno bene solo cavi "a campo elettrico radiale"; le forme costruttive dei cavi tripolari a campo radiale isolati con carta impregnata possono essere le seguenti:

« In tutti i casi i conduttori possono essere di rame o di alluminio ed i cavi possono essere armati o non armati. I tipi finora usati in Italia per le tensioni superiori a 15 kV sono l'1 e in minor quantità il 2; gli Autori propongono di adottare il tipo 6, che comporta rispetto alla pratica attuale le seguenti innovazioni: *a*) conduttori di Al anzichè di Cu, *b*) conduttori settoriali anzichè rotondi, *c*) guaina di Al anzichè di Pb, *d*) abolizione dell'armatura.

Paesi	F	D	GB	I
Tensioni nomin. (trif.) di uso prevalente kV	20	10 e 20	11 e 33	10-15-20
Cavi isolati con carta impregnata (1967)	95%	95%	98%	93%
Tensioni nominali dei cavi a campo: radiale Eo kV	11,6	— | 11,6	6,35 | 19	— | — | 12
Tensioni nominali dei cavi a campo: non radiale Eo kV	—	5,6 | —	6,35 | —	8,7 | 12 | —
Tensioni nominali dei cavi a campo: non radiale E kV	—	10 | —	11 | —	10 | 15 | —
Materiale conduttore	Al	Al	Al	Cu (Al)
Guaina metallica e rivestimento esterno (uso prevalente)	Pb + nastri Fe	Pb + arm. a nastri	Pb + arm. a fili	Pb (o Al) + guaina PVC

	1	2	3	4	5	6
Metallo costituente le guaine	Piombo (in lega)			Alluminio		
Numero di guaine metalliche	3	1	1	3	1	1
Forma dei conduttori	rotonda		settor.	rotonda		settor.

« L'innovazione *a*) è ovviamente condizionata dai prezzi dei metalli per questi cavi come per tutti gli altri; la *b*) è stata già praticata per cavi destinati all'esportazione e comporta una configurazione non più perfettamente radiale del campo elettrico, ma (se il profilo settoriale è opportunamente studiato) nessun sensibile aumento della sollecitazione elettrica dell'isolante; l'innovazione *c*) è la più interessante perchè dà luogo contemporaneamente a una diminuzione di costo e ad un vantaggioso abbassamento della resistenza ohmica della guaina, e inoltre giustifica l'innovazione *d*).

« Come mostra la tabella 2 della memoria (la quale non mette in evidenza il vantaggio dell'innovazione *a*), passando dal tipo 2 al tipo 6 per un cavo 3×150 mm² Al per 20 kV (con E_0 = 12 kV), si ha una diminuzione di peso del 46 % e di prezzo del 16 %. Gli Autori spiegano perchè il tipo 6 sia da preferire agli altri e in particolare al tipo 4, che costa di più e presenta non trascurabili perdite di energia nelle 3 guaine.

« Il cavo proposto, e di cui sono già in esercizio 5 km a Milano, ha tensione d'isolamento verso terra E_0 = 12 kV (prova 32 kV) ed è considerato adatto per le tensioni d'esercizio di 22-23 kV con neutro non francamente a terra; è leggero e robusto, è competitivo col tradizionale cavo cinturato a 15 kV.

« È sicuramente protetto contro le corrosioni, a meno che (come hanno mostrato apposite prove) non venga colpito da picconate che perforino la guaina plastica. Contro danneggiamenti meccanici di origine esterna però tutti i cavi, anche quelli armati, sono vulnerabili e bisogna proteggerli con lastre, coppi o altri dispositivi. Interessanti notizie statistiche sono date in due tabelle sul numero e la natura dei guasti avvenuti sui cavi a 23 kV della rete di Milano (circa 320 km di cui 41 con condutture di Al) e sui loro accessori.

« Si prevedono nuovi tipi di accessori per il nuovo cavo.

5. - *L'alluminio nella distribuzione dell'energia elettrica,* di G. Dassetto.

« Questa memoria — che si allaccia da un lato a quella (punto 3) che parla dei vari tipi di cavi in uso in Europa e dall'altro a quella (punto 8) riguardante i giunti a compressione — espone in forma piana e persuasiva gli impieghi che l'alluminio e le sue leghe hanno e possono avere, non solo nei cavi sotterranei, ma anche nelle linee aeree nude o isolate e nelle cabine, e parla delle soluzioni più recenti sia per i cavi sia per i connettori.

« È forse utile prendere lo spunto da questa memoria per parlare brevemente, più in generale, dell'impiego dell'alluminio per i conduttori dei cavi (tralasciando quello per le guaine), impiego che è diventato in questi ultimi anni nettamente prevalente (nel campo dei cavi sotterranei) in quasi tutti i paesi europei, tranne l'Italia.

« La causa di tale affermazione del metallo leggero è, come è noto, il fortissimo aumento del prezzo del rame verificatosi specialmente dopo il 1963. Anche negli anni precedenti il rapporto dei prezzi dei due metalli era stato tale da rendere il costo totale di certi tipi di cavi in alluminio alquanto più basso di quello dei corrispondenti cavi in rame, ma il costo dei cavi presi a sè non è tutto per indurre gli utilizzatori all'introduzione di un nuovo tipo: non vi sono ragioni tecniche e tanto meno organizzative che rendano attraente per un'azienda distributrice il passaggio dal cavo in rame al cavo in alluminio, ma s'intende che a un certo livello la differenza di costo diventa decisiva. Come si sa, uno dei punti di maggior perplessità per gli installatori e gli esercenti delle reti in cavo è quello della giunzione dei conduttori di alluminio, alla quale essi devono provvedere per proprio conto.

« Quanto alla fabbricazione, non vi sono problemi tecnici da risolvere, nè importanti attrezzature produttive da provvedere: i cavi con conduttori di alluminio sono più grossi dei cavi in rame, ma si fabbricano più o meno con le stesse macchine e gli stessi procedimenti. (La sola cosa un po' nuova, se non si parla della guaina di alluminio al posto di quella di piombo, è la produzione di conduttori settorali massicci noti col nome di Solidal). Perciò i produttori di cavi sono piuttosto indifferenti al problema del passaggio da un metallo all'altro; purtroppo, entrambi dovranno sempre coesistere in fabbrica e ciò non è certo a favore di una diminuzione dei costi.

« Sugli aspetti tecnici dell'impiego dei cavi con conduttori e guaina d'alluminio, e dei loro accessori, è opportuno e utile qui ricordare l'importante e aggiornato articolo degli ingg. M. Bertazzi e S. Furlani pubblicato nell'« Elettrotecnica » dell'aprile 1968.

ALLEGATO M3

6. - *Sulle possibilità di utilizzare il sodio come conduttore,* di E. Comellini.

« 1 kg di sodio costa (in Italia) 310 lire e, in forma di filo, ha una conduttività elettrica pari a quella di 1,61 kg di alluminio che costano circa 600 lire, cioè 1,95 volte tanto. Questo discorso spiega l'interesse che presenta, a prima vista, l'uso del sodio come conduttore nei cavi. Da qualche anno sono stati fabbricati e messi in servizio, negli Stati Uniti d'America, alcuni cavi sperimentali, sia a bassa tensione sia a 15 kV e più (per una lunghezza complessiva che forse non raggiunge il km). Dato che il sodio fonde a 97,8 °C, il solo isolante impiegabile è il politene (che a sua volta ha un punto di netto rammollimento, se non di vera fusione, di 115 °C): la fabbricazione consiste sostanzialmente nell'estrudere un tubo di politene e riempirlo contemporaneamente di sodio fuso (che poi, raffreddandosi, solidifica con un ritiro minore di quello del politene); si aggiunge poi l'eventuale schermo e la guaina protettiva come per tutti gli altri cavi in plastica. Non parliamo di altri aspetti costruttivi, nè di connettori per le terminazioni, ecc.; facciamo invece molto sommariamente un confronto fra cavi con conduttori di Na e cavi con conduttori di Al (un confronto col rame non ha interesse perchè, ovviamente, nessuno vorrà passare dal Cu al Na anzichè all'Al se il Na non presenta sensibili vantaggi rispetto all'Al).

« Il confronto è fatto fra cavi aventi ugual resistenza elettrica (in ohm/metro) a 20 °C. Dalla tabellina seguente risulta (diversamente da quanto si trova scritto in certe pubblicazioni) che l'aumento di portata passando dall'Al al Na è praticamente trascurabile. Anche la diminuzione di costo dei cavi completi è piccola (in certi casi, anzi, può esserci un aumento).

Resistenza elettrica a c.c. a 10 °C	1,000	Resistenza elettrica a 75 °C	1,025
Sezione retta dei fili conduttori	1,685	Resistenza termica interna	0,86 ÷ 0,92
Peso del conduttore (per 1 m di cavo)	0,582	Resistenza termica esterna	in aria 0,9 ÷ 0,93 in terra 0,97 ÷ 0,99
Diametro del conduttore	corda Al normale 1,13 corda Al compatta 1,22	Resistenza termica totale	in aria 0,89 ÷ 0,93 in terra 0,94 ÷ 0,97
Diametro esterno	1,07 ÷ 1,12	Portata di corrente	in aria 1,05 ÷ 1,025 in terra 1,02 ÷ 1,00
Volume cavo, escluso il conduttore	1,07 ÷ 1,15		

Rapporto costi totali dei cavi: 1,02-0,97-0,88 rispettivamente quando l'incidenza del costo del conduttore di Al sul costo totale del cavo in Al sia del 10-15-25%, e quando inoltre il rapporto fra i costi dei due metalli (comprese le spese di fabbricazione dei conduttori) sia di 1/3 e nell'ipotesi che l'aumento di volume sia dell'11%.

« Detti confronti si riferiscono a cavi a media tensione (con spessore isolante + guaina di 7-8 mm); per cavi a bassa tensione (spessore 3-5 mm) il cavo Na appare più vantaggioso sia come portata che come costo, ma l'uso di cavi in Na per reti a bassa tensione è di assai dubbia praticabilità a causa dei giunti e della reattività del sodio.

« Un aspetto curioso dei cavi con conduttori di sodio è il loro comportamento in corto circuito: il fatto che il sodio fonde a 97,8 °C risulta di vantaggio anzichè di svantaggio rispetto ai cavi in alluminio (bisogna però aver il coraggio di accettare le fusioni dei conduttori come se niente fosse!).

« Comportamento in corto circuito di due cavi aventi pari resistenza elettrica a 20 °C, ammesso che il calore si accumuli tutto nei conduttori:

a) *a pari corrente di corto circuito,* partendo da 75 °C, nel tempo che il Na impiega ad arrivare a 97,8 °C l'Al arriva a 92,8 °C (perchè la capacità termica del conduttore di Na solido è 80 % di quella del conduttore di Al); poi nel tempo in cui il Na assorbe il calore di fusione (che è 27,5 kcal/kg = 1,13 kJ/kg) l'Al aumenterebbe di circa 77 °C ed arriverebbe quindi a circa 170 °C se l'isolante lo consentisse (l'isolante dell'Al potrebbe essere un elastomero, anzichè PE come per il Na);

b) *a pari durata,* rapporto k fra le intensità di corto circuito ammissibili nel Na e nell'Al: da 75 °C a 97,8 °C (senza inizio fusione) k = 0,88; da 75 °C a 97,8 °C (con fusione totale) k = 1,94; da 75 °C a 130 °C, k = 1,40.

ALLEGATO M4

7. - *Accessori per cavi a media tensione: criteri per l'esecuzione delle prove di tipo,* di M. Bertazzi - A. Bossi - R. Rova.

« Questa memoria vuol essere — come dicono gli Autori — un contributo alla preparazione di norme CEI per le prove dei giunti e dei terminali dei cavi, ed esamina i criteri di impostazione di tali prove in base a un'analisi delle sollecitazioni a cui gli accessori sono sottoposti durante la loro vita. Varie considerazioni hanno carattere generale, ma l'esame e le proposte riguardano solo gli accessori per i cavi a media tensione isolati con carta impregnata, i quali possono essere isolati con materiale "omogeneo" a quello dei cavi (cioè con carta e miscela) oppure — secondo recenti esempi — con materiale "eterogeneo" (resine autoindurenti colate o iniettate).

« Si parla solo di prove di tipo, cioè di prove da eseguire su pochi esemplari, all'inizio di una produzione in serie, allo scopo di saggiare i probabili rapporti di sicurezza rispetto alle condizioni di esercizio. L'ovvio e accettato principio, secondo il quale le prove di tipo sugli accessori devono essere uguali a quelle prescritte per i corrispondenti cavi, trova qui una difficoltà, — sembra — nel caso dell'impiego di isolanti "eterogenei".

« Sorvolando per brevità sulle prove di carattere meccanico, ricordiamo quelle elettriche, tenendo presente — come bene è spiegato nella memoria — che vi sono negli accessori sollecitazioni dipendenti dalla tensione e sollecitazioni dipendenti dalla corrente, ma che i fenomeni termici dipendenti dalla corrente influiscono molto sul comportamento nei riguardi della tensione.

a) Prove "passa-non passa" di pura tensione: per l'isolamento interno si propongono valori uguali a quelli prescritti per gli spezzoni dei cavi; per la prova a frequenza industriale la durata proposta è di 1 min anzichè di 4 ore (è difficile però ammettere che una prova di 1 min sia significativa come prova di tipo).

« Per l'isolamento esterno sono previsti invece i livelli d'isolamento coordinati per le apparecchiature allacciate ai cavi.

b) Prova dei cicli termici sotto tensione aumentata: questa prova, che riproduce aggravate le condizioni di esercizio, è la sola prova di tipo veramente significativa; è purtroppo molto onerosa e inoltre, se non si arriva fino alla "morte" dell'oggetto in prova, bisogna decidere come valutare il grado di deterioramento. Nella memoria si propone di eseguire 100 cicli tra la temperatura ambiente e la temperatura massima d'esercizio dei cavi aumentata di 5 °C, con tensione applicata di $2 \cdot E_0$ kV e poi applicare la prova di 1 min o la misura delle scariche parziali. (Il metodo adottato presso l'EdF consisteva in 10 cicli tra 25 e 75 °C con tensione applicata di 2,5 E_0 e poi salita di 5 kV ogni 4 ore fino ad arrivare a $4 \cdot E_0 \div 5 \cdot E_0$).

c) Misura delle scariche parziali o dell'aumento dell'angolo di perdita con la tensione: entrambe queste misure si riferiscono essenzialmente al fenomeno della ionizzazione e, se eseguite prima e dopo la prova *b*), possono dare un'idea del deterioramento. La misura dell'angolo di perdita e della sua variazione è però poco significativa per accessori a media tensione; quella delle scariche parziali, se è forse significativa per gli accessori con isolante massiccio, non sembra esserlo affatto per quelli con isolante di carta impregnata (infatti nella memoria si suggerisce un limite dell'ampiezza di scarica enormemente alto).

d) Prove di corto circuito: anche queste onerose prove di tipo sono utili, perchè riproducono fenomeni termici e dinamici che si verificano in esercizio: si tratta di scegliere giudiziosamente i valori di prove (nella memoria si parla di una decina di colpi con 15-25 kA per un secondo, applicati a metà della serie di cicli della prova *b*) e poi di valutare bene i risultati di prova.

« Insomma, come si vede, questa memoria propone molti argomenti di esame per la Commissione CEI 20 D. Data la novità della materia, sembra però che si tratti di argomenti per impostare prove di ricerca piuttosto che per formulare prescrizioni normative.

8. - *Impiego di elementi connettori a compressione sui cavi con conduttori di alluminio per reti a MT e BT* di M. Bertazzi - F. Farneti - R. Ferraiolo.

« Questa memoria riguarda un problema senza dubbio di primaria importanza per l'impiego dei cavi con conduttori di alluminio. È noto che il maggiore ostacolo alla diffusione di tali cavi, pur col loro costo talvolta anche nettamente inferiore a quello dei cavi in rame, è la difficoltà di eseguire i giunti. Tale difficoltà, già notevole con i metodi di saldatura che richiedono personale specializzato, è ancora maggiore con i metodi di schiacciamento meccanico, che si vogliono affidare a personale qualunque e la cui buona riuscita dipende quindi totalmente dal tipo e dimensionamento del connettore metallico e dell'attrezzo che lo applica sulle estremità dei conduttori. La casistica è molto numerosa e varia (conduttori massicci od a corda, rotondi o settoriali, con sezioni le più diverse, per cavi con isolanti secchi o con miscele impregnanti, a bassa e media tensione, con intensità di corrente e sovraccarichi anche molto spinti, e così via); i risultati sono spesso infidi e — benchè esistano già in esercizio in Europa e altrove chissà quante migliaia di giunti non saldati — non è esagerato dire che la realizzazione di giunzioni a compressione veramente sicure su conduttori di alluminio nei cavi è un problema non ancora soddisfacentemente e completamente risolto. Come è noto, il sistema che gode oggi maggior fiducia è quello detto della punzonatura profonda entro matrice chiusa, sistema non applicabile ai connettori di derivazione.

« Nella suddetta situazione è ovviamente di primaria importanza stabilire un metodo e criterio di prova che permetta di giudicare se un dato tipo di giunzione dà garanzia di mantenersi sicuramente efficiente durante tutta la lunga vita dei cavi. Le prove si applicano necessariamente ai prototipi di connettori e di giunti, e servono sia al produttore nella fase di sviluppo e messa a punto di essi, sia all'utilizzatore che deve decidere se adottare o no un dato tipo nei propri impianti.

« Questa memoria, che costituisce una utilissima proposta per una norma CEI, descrive e prescrive in modo preciso e accurato un insieme di prove intese a riprodurre in modo accelerato e in parte aggravato le sollecitazioni termiche, meccaniche, ecc. a cui i giunti con connettori a compressione sono soggetti in esercizio effettivo sui cavi: si tratta di almeno 2 000 cicli termici e di parecchi colpi di corrente di forte intensità, controllando durante tutto il tempo gli aumenti sia di temperatura sia di resistenza elettrica dei connettori, aumenti che — se avvengono — devono essere modesti e non devono aver tendenza ad accentuarsi durante gli ultimi 500 cicli.

« Questo sistema di prova può sembrare severo, ma è necessario per valutare obiettivamente il comportamento in tutte le possibili condizioni di esercizio ed evitare quindi future e onerose disillusioni; esso va applicato — come dicono gli Autori — alle connessioni eseguite nel corpo dei giunti completi dei cavi (compreso l'isolante) e non solo alle connessioni prese a sè.

ALLEGATO M5

9. - *Sollecitazioni elettriche nei terminali dei cavi,* di H. C. Herving e G. A. Wyatt.

« Questa interessante memoria illustra un nuovo metodo per eseguire le terminazioni dei cavi a media tensione isolati con "isolanti solidi", utilizzando un nastro di materiale elastomerico avente una costante dielettrica relativa dell'ordine di 30, cioè 10-15 volte più alta di quella dell'isolante del cavo.

« È noto che il punto elettricamente più sollecitato dei terminali è quello dove termina lo schermo metallico che riveste l'isolante (cioè il punto vicino al quale la tensione rispetto a terra è zero), non quello dove termina il conduttore. Il metodo normale per contenere entro limiti sopportabili dall'isolante la intensità e la configurazione del campo elettrico è quello di prolungare lo schermo cilindrico del cavo in forma di "trombetta", ossia di "deflettore" del campo stesso: la determinazione del profilo della trombetta e della sua posizione rispetto alla cima del conduttore è uno dei problemi più importanti nel disegno dei terminali ad alta tensione, se non di quelli a media tensione. Tale metodo richiede, come è noto, di ingrossare l'isolante del cavo in forma di fuso più o meno voluminoso.

« Il metodo illustrato nella memoria si basa sulla possibilità di modificare l'intensità e la direzione del campo elettrico mettendo uno sopra l'altro materiali isolanti con costanti dielettriche diverse. Si tratta di un principio che si cercò di utilizzare, nell'isolamento dei cavi, fin dai primordi della tecnica dei cavi ad alta tensione, ma che non ha mai trovato apprezzabili applicazioni; chissà che qualche realizzazione non si renda ora possibile con materiali sintetici nuovi.

« Il materiale che, secondo quanto è detto nella memoria, risolve il problema nel caso di terminali è un elastomero sintetico in cui vengono incorporati (fino al 10 % in peso) dei dischetti microscopici di alluminio orientati tutti nella stessa direzione: esso è isolante ma ha una costante dielettrica di 20÷40. È disponibile in forma di nastro e fasciando l'isolante denudato dello schermo, e l'estremità dello schermo stesso, con due o tre strati (per uno spessore di pochi millimetri e una lunghezza di pochi decimetri) si riesce a regolare l'intensità e la direzione del campo elettrico entro valori di sicurezza. Sulla testa del cavo così preparata si applica poi l'isolatore di porcellana e lo si riempie di adatta miscela nel modo usuale.

« Nella memoria viene riferito sulla costruzione e sui risultati di prova di un terminale sperimentale, eseguito su un cavo 1×35 mm² isolato con politene per la tensione d'esercizio di 15 kV: oltre a superare ampiamente le prove prescritte dalle Norme Americane per i terminali a 15 kV, detto terminale ha mostrato un ottimo comportamento alla prova di scariche parziali, sia prima che dopo centinaia di cicli termici sotto tensione aumentata. Gli Autori concludono dicendo che è stata progettata una intera gamma di terminali secondo tale sistema e che detti terminali stanno dando risultati di prova promettenti.

10. - *Giunzioni e derivazioni negli impianti BT di singola utenza,* di A. Mariani.

« Questa memoria, che può interessare gli installatori di piccola cavetteria negli impianti domestici e industriali, illustra un tipo di morsetto a molla adatto per giunti e derivazioni individuali. Dopo aver chiarito i vantaggi e gli svantaggi dei morsetti a vite e di quelli elastici, essa descrive un tipo di morsetto a spirale conica elastica, che è costituito da una molla di filo di acciaio a sezione settorale, avvolto a spirale tronco-conica secondo un profilo particolare e racchiusa con un certo gioco entro un cappuccio di lamiera d'acciaio rivestito alla sua volta da un cappuccio isolante di PVC. Vengono riferite prove di cicli termici, le quali mostrano una maggior affidabilità nel tempo di questo morsetto in paragone con altri tipi.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA
Sezione 2: Impianti di distribuzione
Gruppo h): *Cabine primarie AT/MT e cabine di distrizione (MT/BT)*

Relatore: L. Squintani

ALLEGATO N1

« Le memorie presentate in questo gruppo, in tutto undici, riguardano i problemi connessi con la progettazione , la costruzione e l'esercizio nelle cabine MT/BT e delle sezioni a media tensione delle cabine primarie AT/MT. Esamineremo tali memorie trattando per prime quelle riguardanti le cabine secondarie e le relative apparecchiature (A.h.06, A.h.10, A.h.08, A.h.03, A.h.05, A.h.01), per seconde le memorie riguardanti le sezioni MT delle cabine primarie (A.h.02, A.h.04, A.h.07, A.h.99); la *memoria* A.h.11 di Bacan - Moretti, che tratta del rilievo della tensione di passo e di contatto nelle cabine di distribuzione, argomento di notevole interesse, può essere considerata a parte.

« Con la *memoria* A.h.06, *Quadri a MT isolati in resina per impianti di distribuzione,* gli ingg. Mazza e Scalisi riferiscono sulla evoluzione costruttiva dei quadri di distribuzione a media tensione in relazione alle possibilità offerte dall'impiego di nuovi isolanti, le resine sintetiche.

« Fra i diversi modi possibili di isolare le parti in tensione dei quadri vengono presi in esame:

— l'isolamento solido unipolare (l'isolamento viene detto unipolare quando è applicato a ciascun conduttore separatamente);

— l'isolamento unipolare solido-aria;

— l'isolamento unipolare in aria.

« L'isolamento solido permette di ottenere distanze assai ridotte tra i conduttori; peraltro, come noto, l'applicazione degli isolanti solidi richiede particolari cure in quanto eventuali spessori d'aria rimasti tra conduttore ed isolante o all'interno dell'isolante sono sottoposti ad elevatissimi gradienti di tensione con conseguente pericolo di scariche e danneggiamenti all'isolante stesso.

« Con l'isolamento solido-aria non si può invece ottenere una riduzione così spinta della distanza tra le parti in tensione poichè l'isolamento è costituito, oltre che dalla parte solida che possiede alta rigidità dielettrica, anche dall'aria: questa, a causa dello sfavorevole rapporto tra le costanti dielettriche, risulta assai sollecitata, più che se tutto lo spazio tra le parti in tensione fosse costituito di sola aria.

« Gli isolamenti "solido" e "solido-aria", a fronte delle difficoltà tecnologiche ed economiche da superare per la loro realizzazione, presentano rispetto all'isolamento in aria alcuni vantaggi quali: sicurezza contro gli archi, sicurezza di esercizio (per esempio contro la caduta accidentale di oggetti od animali sulle parti in tensione), minori possibilità di gravi conseguenze nel caso di contatti accidentali con il componente solido di un isolamento solido-aria, miglior comportamento in atmosfera inquinata, realizzazioni compatte ed ingombri ridottissimi.

« Dall'esame delle attuali realizzazioni pratiche di quadri MT con isolamento solido-aria si rilevano tre indirizzi:

— introduzione di larghe parti isolate in solido-aria nei quadri protetti di tipo classico con involucro in lamiera;

— realizzazione di quadri interamente isolati con isolamento solido-aria dotati di interruttori estraibili, organi di misura, ecc.;

— sfruttamento integrale delle possibilità dell'isolamento solido-aria in quadri dotati di soli sezionatori sotto carico e fusibili; in essi sono accessibili i soli terminali per gli arrivi e le partenze delle sbarre. Per tali quadri è necessario predisporre comunque barriere di protezione o una incapsulatura metallica messa a terra.

« Poichè i quadri isolati in resina devono essere installati nelle reti esistenti, essi dovranno avere le stesse caratteristiche e superare le stesse prove dei quadri di tipo tradizionale. Peraltro l'uso di resine comporta la necessità di introdurre ulteriori prove, quali la prova di ionizzazione, la prova della stabilità del materiale isolante, la verifica delle correnti di dispersione in condizioni di umidità, la verifica della tenuta di isolamento supplementare, atte a controllare le qualità dielettriche delle resine e la loro rispondenza alle esigenze richieste.

« La *memoria* A.h.10 di Mosca - Sartorio, *Tenuta dielettrica dei quadri protetti per MT,* esamina il comportamento dei quadri protetti per MT con isolamento in aria in relazione ai diversi tipi di sollecitazioni dielettriche allo scopo di fissare alcuni elementi utili per il loro corretto dimensionamento, cioè alla scelta delle distanze più opportune tra parti in tensione di fasi diverse e tra di esse e la massa. La determinazione di tali distanze — che va effettuata in relazione alle sollecitazioni dovute a sovratensione di origine sia esterna (fulminazione) sia interna (sovratensioni di manovra) — è determinante al fine di ridurre l'ingombro del quadro, preoccupazione costante dei progettisti di tali complessi.

« Per quanto riguarda le sovratensioni di origine interna, gli Autori non dispongono di dati sperimentali relativi al comportamento dei quadri MT in presenza di tali sovratensioni, la cui ampiezza massima potrebbe raggiungere anche valori pari a 4÷5 volte il valore di cresta della massima tensione di fase del sistema. Per le sovratensioni di origine esterna le Norme stabiliscono il livello base di isolamento in relazione al quale i quadri debbono essere dimensionati. Tali sollecitazioni possono essere simulate in laboratorio con onde di tipo impulsivo 1,2/50 μs di polarità positiva. Nel corso di prove eseguite presso il CESI - Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano "G. Motta" - si è verificato un diverso comportamento, dal punto di vista della tensione di scarica, delle distanze verso massa rispetto alle distanze tra le fasi; poichè le distanze tra le fasi vengono generalmente determinate in base agli sforzi elettrodinamici dovuti a corto circuito, il loro dimensionamento risulta sempre "abbondante" dal punto di vista dielettrico e comunque maggiore che non quello verso massa.

« Alla luce di quanto sopra si può concludere che il dimensionamento dielettrico di un quadro risulta regolato dal livello di isolamento ad impulso previsto dalle Norme e, in particolare, si riduce ad una corretta scelta delle distanze di isolamento verso massa in funzione di tale livello. Si è inoltre osservato che i tipi di quadro in grado di superare le prove di tenuta ad impulso, superano anche la prova di tensione a frequenza industriale prevista dalle Norme.

« Al fine di ridurre le distanze di isolamento e quindi le dimensioni di ingombro dei quadri, negli ultimi anni i Costruttori in molte realizzazioni hanno anche fatto ricorso ai dielettrici solidi; peraltro gli Autori rammentano che effettivi vantaggi si possono trarre da questa soluzione solo adottando nella progettazione e nella costruzione particolari accorgimenti atti a superare alcuni svantaggi presentati dall'impiego di tali dielettrici solidi.

« Nella *memoria* A.h.08, *Possibilità di impiego dei sezionatori sotto carico ad esecuzione compatta e dimensioni ridotte, nella distribuzione a media tensione* dell'ing. Leva vengono passate in rassegna le principali applicazioni dei sezionatori sotto carico nelle reti di distribuzione a media tensione, quali:

a) manovre di trasformatori nelle cabine di distribuzione;

b) manovre su partenze di linee di modesta importanza;

c) inserzione e disinserzione di batterie di condensatori;

d) apertura e chiusura di anelli nelle reti magliate.

« Le prestazioni richieste ai sezionatori sotto carico differiscono secondo il loro impiego; infatti, ad esempio, mentre per aprire un anello si debbono generalmente interrompere correnti di carico di un certo rilievo con modeste tensioni di ristabilimento, i sezionatori sotto carico inseriti su piccole linee aeree debbono interrompere correnti relativamente modeste sotto la piena tensione. Inoltre i sezionatori sotto carico per le manovre dei trasformatori possono essere previsti, in combinazione con fusibili, per l'apertura automatica in caso di corto circuito in prossimità dei morsetti secondari; in tal caso è necessario ritardare lo scatto del sezionatore in modo che i fusibili possano fondere prima del suo intervento.

« Anche nel campo dei sezionatori sotto carico i progressi delle resine sintetiche hanno permesso di realizzare apparecchiature ed impianti di ingombro molto ridotto. L'Autore auspica che nel futuro il loro impiego sia sempre più esteso, fino a prevalere sui tipi tradizionali, determinando altresì notevoli economie nella costruzione delle nuove reti di distribuzione a media tensione.

« L'Autore riferisce sulla realizzazione di un sezionatore sotto carico ad isolamento solido-aria, con resina epossidica, che può essere impiegato in "impianti di distribuzione ad ingombro ridotto", cioè in complessi comprendenti tutte le apparecchiature necessarie per il servizio quali: sezionatore sotto carico, dispositivo di messa a terra, ecc., tenendo conto degli arrivi e partenze necessari. Le manovre di chiusura, apertura e sezionamento, come pure le operazioni di manutenzione, collegamento dei cavi, ecc. avvengono dalla parte anteriore. La protezione contro i contatti accidentali è realizzata in modo che tra le parti in tensione e le parti che possono essere toccate durante l'esercizio sia interposta una parete al potenziale di terra. Inoltre per evitare la possibilità di false manovre ed aumentare la sicurezza del personale si può prevedere un blocco che impedisca la manovra quando la corrente di carico sia superiore al valore che il sezionatore può interrompere senza pericolo.

« Nella *memoria* A.h.03, *La prefabbricazione nella costruzione degli impianti di distribuzione dell'energia elettrica* gli ingg. Amelotti ed Azzariti tracciano una interessante panoramica sull'uso di elementi prefabbricati nella costruzione delle cabine di distribuzione, descrivendo alcune realizzazioni effettuate ed esperienze acquisite nella prefabbricazione della parte a media tensione, di quella a bassa tensione e del locale stesso delle cabine di distribuzione.

« L'impiego di apparecchiature e materiali prefabbricati permette di:

— ridurre i tempi di lavorazione ed i conseguenti oneri per la manodopera;

— conseguire una maggiore unificazione nei criteri costruttivi degli impianti, facilitando l'approvvigionamento dei materiali e riducendone i costi;

— realizzare maggiori garanzie di sicurezza dell'esercizio e del personale addetto.

« Passando ad esaminare alcune soluzioni costruttive, nel campo dei quadri per media tensione con isolamento in aria vengono descritte alcune celle tipo che soddisfano tutte le esigenze di sezionamento, trasformazione e distribuzione (sia in bassa che in media tensione) di una cabina MT/BT. Tali celle prefabbricate, opportunamente disposte e tra loro collegate, possono trovare impiego sia in cabine alimentate in cavo (in locali sotterranei o fuori terra) sia in cabine alimentate in aereo; in quest'ultimo caso il collegamento tra la cella contenente i sezionatori di linea e le uscite delle linee aeree è stato ralizzato in cavo sintenax schermato con terminali in resina epossidica.

« Ancora in fase di studio e di applicazione sperimentale sono invece i pannelli prefabbricati modulari per la bassa tensione, dei quali già si possono intravvedere alcuni vantaggi: riduzione di ingombri, facilità di installazione e di manutenzione, unificazione delle carpenterie metalliche e degli accessori; peraltro il loro costo è attualmente più elevato di quello dei quadri con montaggio tradizionale a giorno.

« Pure di recente sono stati realizzati, in via sperimentale, con elementi prefabbricati alcuni tipi di locali per cabine MT/BT; anche se il numero di esemplari è ancora troppo limitato per avere conclusioni definitive si può già rilevare un minor costo del tipo prefabbricato rispetto a quello tradizionale, in quanto i tempi di costruzione sono ridotti a poche decine di ore.

« Nella *memoria* A.h.05, *Positivi risultati dell'impiego di cabine di trasformazione sotterranee nelle reti urbane di distribuzione di energia* l'ing. S. Rosati riferisce su una interessante soluzione al pressante problema di reperire nei centri cittadini nuovi locali e nuovi spazi per ospitare le cabine elettriche che si rendono necessarie sia per l'incremento degli assorbimenti di energia da parte degli utenti sia per le accresciute esigenze nel campo della pubblica illuminazione.

« In alcune zone di Roma, negli spazi liberi dalla rete stradale, per esempio le aree a giardino al centro di molte piazze, sono stati realizzati locali sotterranei che soddisfano completamente alle esigenze di una cabina per distribuzione.

« I principali problemi che sono stati affrontati e risolti, con pieno rispetto anche delle esigenze di carattere urbanistico ed estetico, sono:

a) impermeabilizzazione delle strutture murarie contro le infiltrazioni di acqua;

b) realizzazione di un accesso comodo ed agevole sia per le apparecchiature che per il personale;

c) una efficace circolazione d'aria per lo smaltimento del calore prodotto. A tale scopo viene utilizzata una intercapedine, realizzata intorno alle pareti verticali del locale, che comunica con l'atmosfera esterna mediante due camini mascherati da panchine in marmo.

« Le illustrazioni che completano la memoria danno una chiara idea della costituzione dei locali sotterranei; si osserva inoltre che la soluzione adottata, sulla quale l'ing. Rosati in sede di discussione potrà fornire ulteriori notizie, permette di mantenere la temperatura del locale quasi costante nel corso dell'anno e comunque a valori sufficientemente bassi anche nei mesi estivi.

« A completamento della memoria l'ing. Rosati descrive alcuni impieghi di tali cabine: distribuzione di energia a privati, alimentazione degli impianti di illuminazione pubblica in serie o in derivazione, servizio misto.

« Nella *memoria* A.h.01, *Un posto di trasformazione MT/BT per la distribuzione di energia elettrica nelle reti extraurbane* l'Autore osserva che la grande diffusione delle reti di distribuzione di energia elettrica nelle zone extraurbane ha indotto a prendere in attenta considerazione la struttura dei posti di trasformazione media-bassa tensione al fine di realizzare complessi tecnicamente efficienti e di basso costo. L'esperienza fin qui acquisita, sia dal punto di vista costruttivo, che di esercizio, ha consentito di adottare schemi e strutture molto più semplificati e compatti di quanto si facesse in passato.

« Il posto di trasformazione che viene presentato può ospitare trasformatori per esterno di potenza fino a 100 kVA; esso è costituito di un solo sostegno di cemento armato centrifugato oppure in acciaio tubolare rastremato, al quale fa capo la linea di media tensione e sul quale sono applicati il trasformatore e le altre apparecchiature elettriche. Per motivi di sicurezza la linea a media tensione è sempre derivata dalla dorsale ed è sezionabile sul sostegno immediatamente a monte del posto di trasformazione, mediante sezionatori normali o autovalvola comandati a fioretto. Le linee di bassa tensione — previste di norma in numero non maggiore a due — possono partire sia in conduttori nudi aerei, sia in cavo aereo, sia in cavo interrato.

« Per la sezione a media tensione sono proposte in variante due soluzioni:

— con scaricatori applicati al cassone del trasformatore o con spinterometri applicati alla catena di amarro della linea; sono aboliti i fusibili una volta ampiamente impiegati per la protezione dei trasformatori, lasciando così agli interruttori di linea di intervenire nei pochissimi casi in cui si verifichi un guasto interno alla macchina;

— con fusibili ad alto potere di interruzione montati sul sezionatore di linea applicato al palo immediatamente a monte.

« Pure per la bassa tensione sono indicate diverse possibili soluzioni: con interruttore automatico a protezione globale delle linee in partenza oppure con interruttore di manovra e fusibili ad alto potere di interruzione sulle singole linee in partenza. L'impianto di terra collega al dispersore tutte le masse metalliche del posto di trasformazione impiegando, per i pali in cemento armato centrifugato, l'armatura dei sostegni. Per la soluzione con scaricatori è altresì previsto un conduttore di rame da 50 mm² che collega direttamente gli stessi al dispersore.

ALLEGATO N2

« Nella *memoria* A.h.02, *Recenti realizzazioni di sezioni a MT nelle cabine primarie AT/MT* degli ingegneri Segre e Dalla Casa si riferisce sui tipi di costruzione realizzabili per le sezioni MT delle cabine primarie.

« I tipi presi in esame sono tre:

— cabine blindate (l'isolamento interno di *tutte* le apparecchiature e delle stesse sbarre è costituito da un dielettrico *diverso* dall'aria ambiente, ad es. olio, aria compressa, esafluoruro di zolfo);

— cabine protette (l'interruttore ed i sezionatori sono interamente contenuti entro armadi in lamiera);

— cabine a giorno (l'isolamento è costituito solo dall'aria ambiente).

« Esaminando le principali caratteristiche dei tipi presi in esame, gli Autori indicano come preferibili le cabine " a giorno ", in quanto, a parità dei costi globali, questo sistema dà maggiori garanzie di sicurezza e, sotto certi aspetti, di funzionamento.

« Essi mettono in evidenza che la maggior parte delle cabine costruite in passato era del tipo a giorno: poi per ragioni di sicurezza si è passati prima al tipo protetto, poi a quello blindato, per tornare successivamente in diversi casi di nuovo al tipo a giorno. Ciò è soprattutto dovuto al fatto che oggi si possono realizzare cabine a giorno con gli stessi gradi di sicurezza offerti da quelle protette. In passato la cabina protetta si era affermata per i seguenti vantaggi: un certo risparmio di spazio, la presenza di opportuni blocchi di sicurezza che impediscono all'operatore di accedere a parti in tensione, una certa rapidità di approvvigionamento in quanto di costruzione standardizzata presso il fornitore. Accanto a questi vantaggi essa però presenta i seguenti svantaggi: gli ampliamenti non sono molto agevoli, gli elementi attivi interni non sono visibili ed ispezionabili durante l'esercizio, un arco nella cella si esaurirebbe in maggior tempo a causa della più intensa ionizzazione dell'ambiente protetto.

« Secondo gli Autori le attuali cabine a giorno hanno gli stessi vantaggi di quelle protette, senza averne gli svantaggi. Esse si possono realizzare sia per interno che per esterno, sostanzialmente uguali, fatta eccezione per alcuni accorgimenti tecnici per quelle esterne, che tendono a proteggere il sistema dagli agenti atmosferici. I sistemi di sicurezza di queste cabine sono molteplici ma tutti si riducono al fatto di non poter accedere a parti sotto tensione quando vengono aperte le reti di protezione tra le quali è racchiuso il complesso formato dalle parti elettriche attive.

« Gli Autori riferiscono infine sugli schemi di cabine a giorno da essi più usati:

— tre sistemi di sbarre; sezionatori comandati a mano;

— due sistemi di sbarre; sezionatori comandati a mano;

— tre sistemi di sbarre; sezionatori comandati ad aria compressa; di cui la seconda variante nelle due versioni per interno e per esterno.

« Tutti e tre i tipi hanno trovato soddisfacente impiego in diverse recenti realizzazioni in dipendenza dalle esigenze di schema e di esercizio riscontrate nel sistema elettrico da servire.

« La memoria, completa ed esauriente, offre lo spunto per un esame più approfondito di alcuni argomenti, sui quali potrà orientarsi la discussione.

« Per quanto riguarda i sistemi di sicurezza realizzati a mezzo blocchi sulle manovre o sulle operazioni di accesso ai pannelli, si manifesta da parte di alcuni una certa perplessità per una loro introduzione spinta, in quanto si teme che essi possano portare ad un eccesso di fiducia nella loro efficacia da parte del personale di esercizio e quindi ad una minor cautela nella manovra da parte del personale stesso.

« Sempre in tema di blocchi di sicurezza occorre rilevare che la loro attuazione diventa tanto più difficile e complessa quanto più complicato è lo schema della cabina: sotto questo aspetto ad esempio è preferibile lo schema con una sbarra principale ed una di traslazione a quello con due sbarre principali ed una di traslazione.

« Per quanto riguarda la realizzazione dei divisori fra le varie celle gli Autori propongono i pannelli con rete. Ovviamente tale sistema consente una ottima visibilità, pregio al quale c'è chi non vorrebbe assolutamente rinunciare. Per contro c'è chi vorrebbe divisori in lamiera piena al fine di rendere sotto certi aspetti "stagne" le singole celle e di associare quindi ad esse alcuni vantaggi propri delle celle protette.

« La *memoria* A.h.07 di CERRAI-SBOREA, *Quadro di protezione, comando e segnalazione di una cabina primaria AT/MT realizzato con elementi modulari componibili* riferisce di un quadro di dimensioni molto ridotte costituito da una serie di cassetti intercambiabili e collegati con connessioni ad innesto montati su un supporto fisso. Tali cassetti, che sono di due dimensioni (una doppia dell'altra in larghezza), ospitano secondo i casi gli apparecchi di protezione, segnalazione e misura.

« Sono stati allestiti i seguenti tipi di cassetti:

— protezione di linea;

— protezione di macchina (lato MT);

— segnalazione e misura di linea;

— segnalazione e misura di macchina;

— segnalazione di terra sbarre MT;

— comando interruttori MT.

« Tra i principali vantaggi elencati dagli Autori sono: possibilità di costruzione di piccole serie di "moduli" già completi degli apparecchi e del relativo cablaggio, riduzione del lavoro di montaggio in luogo, rapidità nella sostituzione di eventuali "moduli" guasti.

« Tali vantaggi sarebbero ovviamente tanto più sensibili quanto maggiore fosse la diffusione del sistema proposto.

« Al riguardo gli stessi Autori fanno presente che, in vista di una eventuale maggiore diffusione, la "serie" di moduli andrebbe migliorata e ampliata; cosa possibile sia sulla base di elementi già indicati nella memoria, sia sulla scorta dell'esperienza che si potrà raccogliere dall'esercizio della realizzazione qui descritta.

« Gli Autori potrebbero riferire, se richiesti, su eventuali ulteriori esperienze di esercizio raccolte in questi ultimi tempi e indicare, sia pure con dati di massima, alcuni elementi di confronto del quadro in argomento con quadri di tipo tradizionale.

« Con la *memoria* A.h.04, *L'uso dei moduli prefabbricati nella realizzazione di stazioni di distribuzione a media tensione*, gli ingegneri FRATE e RENZI richiamano l'attenzione sui vantaggi che derivano dall'uso di moduli prefabbricati per la realizzazione di sezioni MT nelle cabine primarie di distribuzione. Essi sono:

— possibilità di realizzare sezioni a MT in edifici già costruiti senza particolari modifiche alle strutture, economia di spazio, completa protezione contro contatti accidentali, riduzione dei guasti dovuti a polvere presente nell'ambiente di installazione o a piccoli animali che si introducono nel locale, installazione rapida e poco costosa, ampliamenti facili, possibili in qualsiasi momento e con poca spesa, facile reperibilità di ricambi, riduzioni di costo delle apparecchiature.

« I prefabbricati finora realizzati si possono raggruppare, con riferimento al tipo di isolamento delle sbarre, nelle seguenti classi:

— ad isolamento in aria;

— ad isolamento in resina o con prevalenza della resina sull'aria;

— ad isolamento in olio o compound.

« Le apparecchiature prefabbricate possono essere di due tipi:

— "a soggetto" cioè tipiche di una singola stazione;

— "modulari" per programmazione a largo raggio.

« In genere le attuali apparecchiature "modulari", pur prevedendo e risolvendo molte combinazioni, non riescono a soddisfare le esigenze particolari del cliente e pertanto si ritorna alle apparecchiature, pur prefabbricate, ma "a soggetto".

« Ciò comporta che non vengano prodotti pannelli modulari in numero sufficiente per coprire le spese iniziali di studio e primo impianto; così il prezzo si mantiene alto e comunque sensibilmente lontano dal solo costo di produzione. Ne deriva che per un uso economico di apparecchiature modulari si impone il problema della standardizzazione delle stesse.

« Per conseguire questo risultato l'Autore indica la seguente impostazione di studio:

— individuare uno o più schemi standard che consentano di soddisfare le esigenze di servizio con il più ridotto numero di tipi di pannelli;

— definire un ristretto numero di classi di tensione, di correnti di sbarra e di linea, di poteri di rottura per le apparecchiature al fine di evitare una costosa dispersione di tipi di modelli.

« Nella *memoria* A.h.09 di SEGRE - DELLA CASA, *Realizzazione delle batterie modulabili di condensatori a media tensione nelle cabine primarie con particolare riguardo all'impiego di interruttori di manovra-sezionatori*, sono descritte ed esaminate alcune realizzazioni di batterie di condensatori e le relative apparecchiature di manovra.

« Gli Autori, premesso che ritengono tuttora prudente l'impiego dell'interruttore fra le sbarre MT della cabina e la batteria, accennano alla possibilità di parzializzare l'intera batteria per mezzo di sezionatori semplici oppure tramite interruttori di manovra-sezionatori posti a valle dell'interruttore principale.

« Sono stati realizzati entrambi tali schemi, ma al fine di conseguire una maggiore sicurezza ed elasticità di esercizio è ritenuto più conveniente il secondo schema anche se, nel complesso, leggermente più costoso.

« Gli interruttori di manovra-sezionatori oggi esistenti sul mercato richiedono di essere installati in locale protetto dagli agenti atmosferici. Nella memoria, dopo aver accennato ad alcuni cicli di prove effettuate sulle apparecchiature, gli Autori descrivono alcuni chioschi prefabbricati appositamente per contenere le apparecchiature di manovra; il comando di ciascun interruttore di manovra-sezionatore avviene di regola tramite un automatismo orario.

« Le notizie raccolte nella memoria sono di particolare interesse in quanto documentano su un tipo di costruzione che oggi si sta diffondendo nelle cabine primarie di distribuzione, dove le esigenze di una buona qualità del servizio hanno richiesto e richiedono in maniera pressante la installazione di condensatori. La discussione potrà mettere in maggior evidenza alcuni particolari aspetti della realizzazione degli impianti di rifasamento; fra questi si possono citare:

— un esame della opportunità di scegliere un dispositivo ad

orologeria od un dispositivo sensibile alla potenza reattiva transitante per il pilotaggio della inserzione o disinserzione dei condensatori;

— l'esame di una eventuale soluzione "economica" — indicandone i limiti massimi di potenza — che preveda l'uso di due sezionatori sotto carico con fusibili per il comando e la protezione delle due semibatterie costituenti il complesso di rifasamento, evitando nel contempo l'installazione dell'interruttore;

— l'esame della opportunità o meno — legata alle potenze in gioco — di impiegare interruttori privi di resistenza di inserzione per la protezione di complessi di rifasamento costituiti da due o più batterie (ciascuna divisa in due semibatterie).

ALLEGATO N3

« La *memoria* A.h.11 di BACAN - MORETTI, *Il rilievo delle tensioni di contatto e di passo nelle cabine di distribuzione,* osserva che, poichè lo scopo degli impianti di terra di protezione è la sicurezza delle persone, la grandezza da limitare per mezzo di essi non è tanto la tensione totale di terra, che è qualcosa di convenzionale, ma piuttosto le tensioni di contatto e di passo cui possono essere effettivamente sottoposte le persone in caso di guasto a terra. Peraltro questo modo di vedere le cose, in accordo con le prescrizioni delle Norme CEI, pone il problema della verifica della rispondenza dell'impianto di terra alle citate prescrizioni; infatti, mentre la misura di una resistenza di terra richiede una apparecchiatura di trasporto ed impiego relativamente semplice, il rilievo delle tensioni di contatto e di passo impone l'uso di una attrezzatura più complessa ed ingombrante ed una serie di rilevazioni più laboriose.

« Le Norme vigenti infatti prescrivono di far disperdere dall'impianto di terra delle cabine di distribuzione una corrente non inferiore a 5 A. Ovviamente le corrispondenti tensioni misurate devono essere riportate al valore effettivo della corrente di terra che l'impianto può essere chiamato a disperdere.

« La misura delle tensioni di passo e di contatto nelle cabine di distribuzione presenta concettualmente gli stessi aspetti della misura nelle stazioni e cabine primarie: unica differenza le dimensioni degli impianti che richiedono minor impiego di tempo e, forse, di attrezzatura. Purtuttavia per le cabine di distribuzione sussistono problemi organizzativi o pratici notevoli a motivo delle numerose e più varie situazioni a cui ci si può trovare di fronte: occorre procedere spediti, sicuri ed agevolmente nello stesso tempo.

« Gli Autori riferiscono dettagliatamente su una apparecchiatura e su una procedura di misure appunto introdotte per soddisfare tali esigenze. Non è il caso di descriverle in questa breve esposizione e si rimanda alla stessa memoria coloro che volessero assumere i dettagli.

« È solo da rilevare in questa sede che quanto proposto dagli Autori, data la delicatezza delle misure in gioco, vuole prudenzialmente e per sicurezza andare un poco al di là delle strette prescrizioni delle Norme senza però — e questo appare molto giusto — voler eccedere. Ciò infatti porterebbe a risultati troppo differenti da quelli richiesti introducendo motivi di perplessità sulla attendibilità dei rilievi.

« Gli Autori nel corso della discussione potranno fornire ulteriori ragguagli sulla metodologia e sulle difficoltà incontrate nelle numerose prove compiute, contribuendo così al superamento delle difficoltà che si incontrano su diversi piani nel rilievo delle caratteristiche degli impianti di terra al fine di renderli idonei a imprescindibili esigenze di sicurezza e di funzionalità.

« Pur trattando tutte l'argomento delle cabine di distribuzione primarie e secondarie, le memorie sopraesposte toccano punti diversi e talvolta particolari riguardanti la costruzione e l'esercizio delle stesse.

« Si mettono in evidenza aspetti, talvolta contrastanti, delle diverse soluzioni adottate consentendo di ricavare nel complesso una buona panoramica della attuale situazione tecnico-economica.

« La discussione potrà mettere in evidenza qualche altro aspetto interessante sull'argomento e comunque si potranno raccogliere altri elementi di progetto, costruttivi, di esercizio ed economici atti a ulteriormente mettere a fuoco il vasto problema proposto.

TEMA A

DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo d): *Esercizio delle reti di distribuzione; qualità e continuità del servizio (manutenzione programmata, regolazione della tensione, fluttuazioni di tensione, condensatori serie, interruzioni transitorie di servizio, richiusura, interruzioni permanenti di servizio; uso dei telecomandi, rilevazioni e statistiche sulla regolarità e continuità del servizio)*

Relatore: F. REGGIANI

ALLEGATO O1

« Le memorie assegnate a questo gruppo si possono inquadrare tutte nell'importante tema della qualità del servizio, e in particolare di questo tema trattano quattro aspetti:

— rilevazioni statistiche riguardanti la continuità del servizio;
— la eliminazione dei guasti transitori;
— la strumentazione degli impianti;
— manutenzione programmata, supervisione impianti.

« Propongo quindi di dividere la presentazione e la discussione delle memorie di questo gruppo in quattro parti corrispondenti agli aspetti suddetti.

1. - *Rilevazioni statistiche riguardanti la continuità del servizio.*

« MIOLA e SQUINTANI nella *memoria* A.d.21, *Orientamenti per la rilevazione statistica di grandezze caratterizzanti il grado di qualità del servizio,* propongono due schemi di procedure rispettivamente per la rilevazione del grado di continuità del servizio e del grado di irregolarità della tensione. La procedura proposta per la rilevazione del grado di continuità prende in esame soltanto le discontinuità permanenti e si riferisce come unità base per il rilevamento a ciascuna uscita a media tensione facenti capo alle stazioni AT/MT, considerando i tronchi in cui ciascuna uscita è sezionabile: non vengono considerate le interruzioni che interessano le singole cabine MT/BT e le reti BT. Ai livelli operativi vengono registrati su appositi moduli le interruzioni intervenute, i momenti di interruzione convenzionali (somma dei prodotti delle potenze nominali delle cabine interrotte per la durata della interruzione) e alcuni parametri che servono a caratterizzare l'interruzione.

« È previsto che le informazioni raccolte a livelli operativi vengano successivamente riassunte e trasmesse con cadenza successivamente più lenta (mensile, annuale) ai livelli superiori (controllo, direzione). Gli Autori ritengono che l'analisi per ogni singola area venga fatta al livello operativo, mentre ai livelli superiori è sufficiente e più conveniente che pervengano elementi riepilogativi per le decisioni organizzative e finanziarie.

« Vengono indicate tra le elaborazioni utili, il calcolo di alcuni indici significativi, la suddivisione delle interruzioni in accidentali e programmate, e la separazione delle interruzioni dovute a mancanza della AT. La procedura è volutamente semplificata, per essere agevolmente applicata senza eccessivo impegno di mezzi e tempo; tuttavia si prevede un possibile successivo perfezionamento della procedura di rilevazione.

« Propongo di non considerare qui la seconda parte della memoria A.d.21 che tratta della irregolarità di tensione e di rimandarne per competenza l'esame e la discussione al gruppo di memorie successivo a questo, insieme alle memorie A.d.31, A.d.32, A.d.34, A.d.35.

« Le *memorie* A.d.23 di COLOMBO - FERRAIOLO, *Analisi sistematica della discontinuità del servizio in due tipiche reti di distribuzione* e A.d.22 di BOSSI - LEVATI - SANI, *Risultati di rilevazioni statistiche sul comportamento di alcune reti di distribuzione,* descrivono tre esempi importanti di rilevazioni statistiche organizzate e funzionanti da diversi anni che hanno già fornito una notevole mole di dati preziosi e possono indicare le vie migliori da seguire per una coordinata organizzazione della raccolta dei dati relativi alla continuità del servizio.

« Nella memoria A.d.23 si illustrano le organizzazioni adottate per la rilevazione ed elaborazione statistica dei dati riguardanti la continuità del servizio nell'area urbana di Milano (ENEL) e in quella di Como-Varese.

« Le caratteristiche delle due aree diverse per la struttura delle reti e per la organizzazione del servizio, hanno naturalmente richiesto due diverse impostazioni del rilievo dati; la rete urbana, prevalentemente in cavo e a forte densità di carico presenta praticamente discontinuità dovute ai soli guasti permanenti, e permette una organizzazione della raccolta dati molto accentrata, quale il tipo di organizzazione dell'esercizio cittadino consente; l'area semi-industriale servita da reti prevalentemente aeree pone, dal punto di vista tecnico, i problemi tipici di tali reti (sovratensioni atmosferiche, protezioni contro le sovratensioni, guasti transitori, richiusura, ecc.) e quindi richiede anche una analisi delle discontinuità dovute ai guasti transitori, e dal punto di vista organizzativo richiede un maggior decentramento del lavoro di raccolta dati. Altra differenza di minor importanza è costituita dal criterio di valutazione del momento di interruzione basato sulla potenza in-

stallata per le reti semi-industriali e su diagrammi di carico presunti per la rete urbana.

« Tuttavia si devono rilevare alcuni importanti punti comuni tra cui:

— l'uguaglianza degli scopi, e precisamente da un lato misurare il grado di continuità del servizio, dall'altro conoscere i guasti, analizzarne le cause e valutare il livello di affidabilità dei materiali e apparecchiature usati e l'efficienza dell'organizzazione adottata per l'esercizio;

— l'utilizzazione di schede (una per evento) che possono essere compilate in modo rapido con modesto impegno di personale e possono essere elaborate con relativa semplicità (sistema keysort).

« Dai dati raccolti sono state effettuate varie elaborazioni ottenendo risultati molto importanti e significativi, quali:

— analisi, incidenza e tipi guasti sui cavi a MT e a BT, tempi medi di localizzazione dei guasti; influenza della miglior organizzazione delle squadre di pronto intervento, miglioramento mezzi di localizzazione;

— incidenza dei vari tipi di guasti transitori, efficacia della richiusura, opportunità delle protezioni per guasti monofasi a terra;

— guasti dovuti a sovratensioni atmosferiche, efficacia degli scaricatori e loro mortalità;

— funzionamento non corretto delle protezioni, scelta delle protezioni più adatte e delle loro tarature.

« Per quanto riguarda la valutazione della continuità del servizio reso all'utenza, vengono indicati vari indici significativi (momenti di interruzione e durate equivalenti di interruzione relativi) e le incidenze dei vari elementi della rete sulle interruzioni.

« Gli Autori osservano inoltre che i dati raccolti consentono una qualunque elaborazione venga richiesta, compatibile con le informazioni schedate.

« La *memoria* A.d.22 di Bossi - Levati - Sani, *Risultati di rilevazioni statistiche sul comportamento di alcune reti di distribuzione a media tensione,* descrive i metodi di rilevazioni, i criteri di elaborazione ed i risultati ottenuti su quattro reti di distribuzione aeree di tipo radiale per determinare l'incidenza e le caratteristiche dei guasti.

« Le tre reti di Corsico, Luisago, Magenta differiscono tra loro sostanzialmente per il modo di messa a terra del neutro, per il tipo di manovra di richiusura e i criteri di protezione adottati; la rete di Caleppio è invece esercita con tre modi di messa a terra del neutro (isolato, con resistenza, con bobina di Petersen) adottati una settimana per ciascuno in ordine ciclico.

« La rilevazione è fondata essenzialmente su una strumentazione di oscilloperturbografi e registratori di eventi le cui registrazioni sono state elaborate a mano: a differenza dei metodi descritti nella memoria precedente, l'indagine non si prefigge un'analisi del materiale o delle cause di guasto, ma è rivolta soprattutto ad una accurata classificazione delle perturbazioni intervenute in rete.

« Vengono infatti riportati gli andamenti dei guasti nei vari mesi dell'anno; i guasti stessi vengono classificati in base al tipo di interruzione provocata (autoeliminatisi, transitori, semipermanenti, permanenti) e in base al numero di fasi interessate (monofasi a terra, polifasi, guasti evolutivi ...).

« Sono determinate le distribuzioni delle intensità delle correnti di guasto, delle resistenze di guasto e dei tempi di durata dei guasti autoeliminati.

« I risultati sono utilizzati per fare un certo numero di interessanti considerazioni sul funzionamento comparato delle reti in esame: purtroppo la brevità del periodo di rilievo sulla rete di Caleppio non consente ancora di trarre conclusioni sufficientemente fondate sul confronto ciclico dei tre tipi di messa a terra, e penso che le differenze d'origine esistenti tra le altre tre reti impediscano una interpretazione precisa dei risultati. La memoria tuttavia presenta una notevole mole di informazioni utili ed interessanti.

« Mi pare che non ci possono essere dubbi sulla utilità delle rilevazioni che riguardano la continuità del servizio; sono troppe le incertezze che infirmano le decisioni importanti nel campo della distribuzione, e solo con dati desunti dal reale esercizio si può valutare (sia pure in termini probabilistici) la convenienza delle scelte.

« Neppure sugli scopi a cui queste rilevazioni sono dirette ci possono essere perplessità, almeno finchè si resta in termini generali; si tratta di conoscere, in termini deterministici o probabilistici, le cause dei guasti e dei disservizi e gli effetti dei disservizi sulla utenza.

« Ritengo piuttosto che valga la pena dedicare una parte del tempo a nostra disposizione per discutere in modo approfondito i limiti a cui conviene spingere una organizzazione coordinata di rilevamenti ed elaborazioni per la continuità del servizio per un vasto complesso di reti di distribuzione. Infatti il costo di tali rilievi ed elaborazioni cresce rapidamente coi limiti a cui ci si spinge: si tratta di scegliere le informazioni che servono ai vari reparti (progetti, esercizio, unificazione, approvvigionamenti, operativi, direzionali), stabilire i mezzi di raccolta e archiviazione, definire i flussi e i modi di elaborazione per i vari reparti utilizzatori.

« Il problema è certamente vasto, ma di tale importanza che non può essere trascurato; in questa sede, basandoci sul notevole apporto delle memorie in discussione e della competenza di quanti vorranno interloquire, possiamo senz'altro portare un contributo alla sua soluzione.

« Considerando il materiale delle memorie A.d.21, A.d.22 e A.d.23 si possono individuare tre tipi di rilevazioni:

a) rilevazioni dei guasti permanenti e dei disservizi da guasti permanenti, da effettuare con un minimo di aggravio al personale e con apparecchi estremamente semplici, registrando le informazioni necessarie e sufficienti per gli scopi di maggior interesse; tale indagine potrebbe essere effettuata sulla totalità delle reti e potrebbe avere carattere permanente; anche i guasti transitori potrebbero essere registrati con semplici dispositivi di conteggio disposti sugli automatismi;

b) rilevazioni delle perturbazioni alle reti con informazioni sui tipi di guasti, sulla loro evoluzione, sulle distribuzioni dei valori delle sovracorrenti, sovratensioni, impedenze e tempi di guasto (come per esempio nella memoria A.d.22).

« Questo tipo di indagine richiede da un lato apparecchiature abbastanza costose (perturbografi, registratori di eventi e sovratensioni, ecc.) per cui si deve limitare ad un numero ristretto di reti significative; potrebbe avere carattere permanente, con eventuale permutazione delle reti campione;

c) indagini per ottenere informazioni particolari che richiedono apparecchiature e personale specializzato, impegno notevole per interpretazione dei risultati; potrebbero essere eseguite soltanto a richiesta. Esempi di queste indagini potrebbero essere lo studio delle sovratensioni da fulminazioni, dell'inquinamento superficiale, ecc.

« Con queste premesse propongo i seguenti quesiti:

« D.1. - Pensando ad una estensione delle rilevazioni sulla continuità del servizio e sulla affidabilità dei materiali, e ad una più diffusa applicazione dei risultati che se ne possono trarre, si può essere d'accordo, in linea di massima sullo schema applicativo sopra indicato? Ci sono idee e proposte in merito?

« D.2. - Pensando a possibili miglioramenti dei metodi adottati nelle memorie A.d.23 e A.d.22 sempre nel quadro di una applicazione estesa delle rilevazioni sulla continuità, la rilevazione dati potrebbe essere fatta direttamente su supporti accettabili dal calcolatore? E la strumentazione potrebbe essere realizzata con uscita compatibile col calcolatore (per esempio con perturbografo digitale descritto nelle memorie A.d.19 e A.d.20)?

« D.3. - Agli schedari keysort o simili indicati nelle memorie A.d.22 e A.d.23 si potrebbe sostituire un archivio meccanografico ad accesso diretto con una serie di programmi che soddisfino le varie esigenze degli utenti dell'archivio stesso?

« D.4. - Metodi di elaborazione. Anzichè limitarsi semplicemente a ordinare i risultati in classi, non sarebbe utile applicare metodi statistici più evoluti agli scopi perseguiti? (per esempio studio distribuzioni, correlazioni coi parametri, probabilità congiunta tra guasti, ecc.).

« E ciò anche per rendere possibile una più estesa applicazione dei risultati dell'analisi? (per esempio scelta materiali, controlli unificazione, miglioramento criteri di manutenzione ed esercizio, ecc.).

« Nella memoria A.d.21 si segnala "l'opportunità che le notizie, via via che risalgano dai livelli operativi a quelli direzionali debbano essere riunite e riassunte affinchè un volume di dati press'a poco costante valga a rappresentare ai vari livelli la situazione dei livelli sottostanti, ecc.".

« Da questa frase e da quelle successive sembra di capire che si debbano trasmettere informazioni a vari livelli e che si perda per la strada un certo contenuto di informazione per non appesantire le trascrizioni ed elaborazioni. Applicando la soluzione dell'archivio meccanografico ad accesso diretto, ciascun reparto utilizzatore o organo direzionale può ottenere il tipo di elaborazione che gli è utile senza perdere nessuna delle informazioni che gli interessano: questa impostazione richiede naturalmente l'impiego del calcolatore, sia per l'archiviazione che per l'elaborazione dati.

« D.5. - Possono gli Autori dare chiarimenti ed eventuali complementi in merito al punto suddetto?

« D.6. - Nelle memorie qui considerate non viene trattato il problema delle rilevazioni della continuità sulle reti a bassa tensione. Gli aspetti del problema sono diversi da quello della MT: sarebbe interessante conoscere idee e opinioni in merito.

ALLEGATO O2

2. - *Eliminazione dei guasti transitori.*

« Come è noto le statistiche indicano che una quota notevole dei guasti nelle linee aeree a media tensione (tra l'80 e il 90 % del totale) è costituito da difetti di isolamento che possono essere eliminati interrompendo e richiudendo la linea guasta secondo un opportuno ciclo di manovra. Di questi poi, una quota sensibile (40÷50 %) è costituita da guasti monofasi a terra; per la loro eliminazione è adottabile in alternativa alla richiusura un procedimento, che consiste nello shuntare il guasto mettendo a terra in cabina la fase guasta e riaprire dopo un certo tempo (interruttore shunt).

« Il vantaggio di poter eliminare con mezzi automatici una parte così grande di guasti ottenendo velocità e precisione di intervento è fuori discussione; vari problemi tuttavia sono aperti sul modo migliore di realizzare le apparecchiature automatiche, sulla valutazione dei vantaggi offerti dall'interruttore shunt, sulla logica di intervento degli automatismi. A questi sono dedicate le memorie A.d.28 e A.d.29.

« La *memoria* A.d.28, *L'eliminazione dei guasti transitori* di Barbisio - Rova - Sorato, considera innanzi tutto le due soluzioni con richiusura e interruttore shunt definendone i campi di applicazione e le caratteristiche essenziali. Si esaminano quindi dettagliatamente i vantaggi offerti dall'interruttore shunt sulla richiusura nei casi in cui esso può intervenire.

« Vengono poi discussi la logica da assegnare all'automatismo di richiusura, il problema della concomitanza tra ciclo automatico e manovra a mano, la selezione del tronco guasto per mezzo di manovre successive, i dispositivi di conteggio manovre e segnalazione, e il ciclo di richiusura in relazione alle caratteristiche dei guasti e degli interruttori.

« Infine si descrivono i criteri di progetto e realizzazione di un'apparecchiatura automatica per il comando dell'interruttore shunt.

« La *memoria* A.d.29, *Dispositivi elettronici per la richiusura tripolare automatica degli interruttori a MT* di Barich e Castellani, richiamato brevemente lo schema di base del funzionamento degli automatismi di richiusura, descrive le caratteristiche di dispositivi elettronici transistorizzati, mettendone in evidenza i pregi particolari rispetto a quelli convenzionali: vantaggi di ingombro, minor potenza dissipata, manutenzione richiesta praticamente nulla e soprattutto la capacità di accumulare informazioni e di applicare elementi logici. Queste ultime caratteristiche dilatano enormemente le possibilità di questi automatismi rispetto a quelli tradizionali. Vengono infine forniti i dettagli di un dispositivo di autorichiusura che offre notevole flessibilità di impiego.

« D.7. - Premesso che l'interruttore shunt è in grado di eliminare soltanto i guasti monofasi a terra e quindi la richiusura deve essere in ogni caso adattata per l'eliminazione di quelli che interessano due o più fasi, si può tentare una valutazione tecnico-economica quantitativa (e non solo qualitativa) della convenienza dell'interruttore shunt? Che valori si possono attribuire ai vari termini economici a confronto e in particolare al costo dell'interruzione e alla usura degli interruttori? (memoria A.d.28).

« D.8. - Nella memoria A.d.28 si enuncia tra i pregi dell'interruttore shunt quello di evitare sostituzioni di interruttori in impianti già costruiti: ci possono gli Autori fornire chiarimenti e maggiori dettagli?

« D.9. - Poichè quando si adotta l'interruttore shunt, esso coesiste con la richiusura, si potrebbero conoscere i criteri adottabili per il funzionamento coordinato dei due tipi di protezioni?

« D.10. - Quale è il ciclo di richiusura più conveniente in funzione delle caratteristiche della rete, delle utenze e degli altri elementi che influenzano i guasti transitori e i loro effetti?

« D.11. - L'applicazione delle tecniche elettroniche dilata enormemente le possibilità funzionali degli automatismi: nel caso particolare che qui consideriamo della eliminazione dei guasti transitori, quali criteri nuovi, quali perfezionamenti potrebbero essere realizzati?

ALLEGATO O3

3. - *La strumentazione degli impianti.*

« Le due *memorie* A.d.19 di Lippi e Reggiani e A.d.20 di Armanini - Liberati - Martini - Serravalli hanno per argomento comune *La strumentazione per l'analisi della qualità e continuità del servizio nelle reti di distribuzione;* la prima sviluppa in particolare un'analisi delle necessità e la seconda indica i possibili orientamenti per una moderna strumentazione degli impianti. Il complesso delle due memorie rappresenta un tentativo di impostare in modo coerente l'intero problema della strumentazione negli impianti di distribuzione e di risolverlo proponendo gli strumenti più adatti allo stato attuale della tecnica.

« Viene indicata quale strumentazione fissa a lettura diretta sia necessaria per il controllo delle cabine AT/MT (non presidiate), mentre per i controlli saltuari del macchinario e apparecchiature si prevede di predisporre adatte morsetterie e strumentazione mobile unificate.

« In tutte le cabine AT/MT si prevedono registrazioni di potenza attiva e reattiva e tensione sulle sbarre a MT fatte con strumenti che forniscono il risultato in forma direttamente elaborabile in modo automatico (nastro magnetico, banda perforata).

« Nel campo del rilievo della continuità del servizio (guasti permanenti), in alternativa alla soluzione puramente umana della valutazione del momento di interruzione, si offrono due soluzioni strumentali relativamente semplici che peraltro hanno lo svantaggio di non registrare l'istante in cui il disservizio avviene.

« Le analisi dettagliate delle perturbazioni e del funzionamento delle apparecchiature automatiche di protezione e manovra, lo studio della distribuzione nello spazio e nel tempo della irregolarità di tensione, l'analisi delle curve di carico per categorie di utenze e nelle varie ripartizioni zonali, per essere svolte adeguatamente richiedono apparecchiature relativamente costose e che consentano una elaborazione automatica; la loro diffusione sistematica su tutte le reti rappresenterebbe un onere eccessivo. D'altra parte si ritiene possibile procedere per campioni scegliendo un numero limitato di reti o di categorie di utenze rappresentative su cui concentrare i rilievi.

« Infine ricerche o indagini particolari richiedono apparecchiatura che è opportuno concentrare presso pochi Laboratori specializzati.

« Nella memoria A.d.20 si descrivono in modo particolareggiato gli apparecchi che si ritengono più idonei agli scopi sopra indicati. Tra gli strumenti che rivestono speciale interesse sono i registratori lenti a nastro magnetico e i registratori a banda perforata che forniscono dati su supporti che possono essere letti ed elaborati automaticamente.

« Per la misura strumentale del momento di interruzione sono stati realizzati tre strumenti semplici: un misuratore wattmetrico, un misuratore amperometrico a livelli e un totalizzatore del tempo di interruzione. Di originale concezione è un registratore numerico di perturbazioni ed eventi che fornisce i dati registrati su un nastro magnetico in forma direttamente elaborabile al calcolatore. Nel campo del rilievo di sovratensioni sono stati realizzati un contatore di livello di sovratensioni e un oscillografo catodico automatico; altri due strumenti originali sono stati progettati e costruiti per il rilievo della irregolarità di tensione, e precisamente un apparecchio integratore ed uno campionatore.

« La *memoria* A.d.25 di Ciceri - Sironi. *Esplorazione e memorizzazione percentuale dei carichi in una rete di distribuzione urbana,* ci mostra un esempio significativo delle possibilità offerte dalla tecnica digitale nel campo della strumentazione delle reti.

« In una rete di distribuzione a MT urbana, comprendente 35 stazioni, dove esisteva un sistema centralizzato di telecontrolli, è stato realizzato un impianto capace di svolgere le seguenti funzioni:

— esplora ciclicamente le misure dei carichi dei cavi, secondo un programma prestabilito, le converte in forma digitale in valore percentuale rispetto alle portate;

— memorizza i dati, li classifica secondo quattro livelli che vengono segnalati sul quadro sinottico generale di rete;

— è in grado di interrompere le asplorazione al verificarsi di disservizi nelle stazioni controllate e trattenere in memoria la situazione dei carichi precedente al disservizio, facilitando le manovre di ripristino del servizio;

— segnala quando vengono superati i limiti di portata dei cavi.

« È inoltre previsto per il futuro la stampa dei carichi (anche totalizzati per stazioni) programmabile in vario modo a seconda delle esigenze di esercizio e a fini statistici.

« L'impianto attuale comprende 37 stazioni controllate con un totale di 370 misure esplorabili in due minuti, è prevista l'estendibilità fino a 50 stazioni con un totale di 2 000 misure.

« D.12. - Una prima osservazione può essere fatta nel confronto dei criteri di controllo centralizzato esposti nella memoria A.d.25 rispetto alla strumentazione completamente decentrata descritta nella memoria A.d.19 e A.d.20.

« È chiaro che la rete a cui è applicato il controllo centralizzato dei carichi, oltre ad avere un sistema preesistente di telecomandi, è una rete di "ripartizione", mentre le reti, per cui sono indicati gli strumenti locali, sono radiali con cabine non presidiate.

Con questa premessa, è possibile indicare con una certa precisione i limiti di convenienza tra strumentazione locale e centralizzata dei carichi per impianti di distribuzione?

« D.13. - Ci sono osservazioni in merito agli orientamenti esposti nella memoria A.d.19?

ALLEGATO O4

4. - *Manutenzione programmata, verifiche su impianti.*

« Nella *memoria* A.d.27, *Contributo al problema della manutenzione degli interruttori in olio ridotto per linee a MT sulla base di prove sistematiche di laboratorio,* Brasca - Riccardi - Taschini rilevano anzitutto la necessità di conoscere il comportamento nel tempo degli interruttori per una programmazione ottima della manutenzione e per valutare in termini economici, che possono rivestire un sensibile peso, le esigenze di manutenzione degli interruttori, e constatano la carenza di normativa al riguardo.

« Dopo aver quindi esaminato le condizioni di servizio tipiche alle quali è sottoposto un interruttore installato sulle reti a media tensione di distribuzione, si descrivono le prove eseguite in laboratorio su due tipi di interruttori e le verifiche effettuate per determinarne l'usura. I risultati ottenuti consentono di trarre interessanti conclusioni: la diminuzione dell'efficienza dei tipi provati non è molto influenzata dal ciclo di operazione; gli intervalli consigliabili tra due manutenzioni sembrano assai più lunghi di quelli usualmente adottati; si ritiene infine possibile determinare per singoli tipi costruttivi leggi sperimentali di invecchiamento ed un indice limite di usura.

« Il programma di prove eseguito riveste certamente un interesse notevole ed io mi aspetto numerose osservazioni e commenti.

« Io vorrei fare una considerazione di fondo: sembra che i risultati delle prove non si possano applicare altro che a interruttori di tipo e caratteristiche identiche; pensando di voler pianificare la manutenzione di tutti gli interruttori sulla base di prove di laboratorio analoghe a queste, non si corre il rischio di impegnare un costo ed un lavoro superiore al vantaggio che ne può derivare?

« D.14. - Mi sembra qui importante ricordare che a fianco di prove di invecchiamento in laboratorio basate su prove equivalenti fatte su prototipi rappresentativi ci sono le valutazioni ricavabili dai controlli sul materiale in servizio: questo secondo modo di procedere offre vantaggi e svantaggi rispetto alle prove in laboratorio. Si potrebbe farne una analisi comparativa?

« Il problema si può allargare a tutto il materiale delle reti: potremmo dire scherzosamente che il complesso degli impianti è un grande laboratorio per prove di invecchiamento ... perchè non approfittarne?

« Nella *memoria* A.d.26 di Malpeli - Tamburini, *Manutenzione programmata degli impianti a MT e BT al fine di migliorare la qualità e continuità del servizio,* dopo una premessa di carattere generale, si descrivono i criteri seguiti per la organizzazione della manutenzione "programmata" e "di emergenza" sulle reti a MT e BT in un Distretto dell'ENEL.

« Si espongono le modalità di intervento dei reparti per le reti MT, le linee telefoniche e le cabine di trasformazione, le reti a bassa tensione e gli impianti di illuminazione pubblica. La manutenzione di emergenza, al contrario di quella programmata che opera con programma prefissato, viene messa in moto dalle segnalazioni dell'utenza ed ha organizzazione capillare. Si riportano i risultati della discontinuità di servizio riscontrata nei quinquenni 51÷55, 60÷64 e nell'anno 1966 presso una cabina primaria del Distretto per dimostrare gli effetti ottenuti con la organizzazione descritta.

« La *memoria* A.d.24 di Trizio - Gramsci, *Verifica preventiva ed in esercizio dello stato di efficienza degli impianti di distribuzione. Criteri organizzativi ed attrezzature,* considera innanzitutto i tipi di verifiche che è necessario eseguire sugli impianti di distribuzione mettendo in particolare rilievo l'importanza delle verifiche periodiche destinate a prevenire i guasti in servizio ed analizzando le caratteristiche che tali verifiche presentano.

« Viene quindi descritto il "Reparto Controlli Tecnici Distrettuali", destinato appunto a svolgere i lavori di verifica suddetti. Tale Reparto deriva dalla concentrazione in un'unica unità distrettuale delle squadre previste per assolvere gli stessi compiti nella zona; esso è composto di quattro squadre ciascuna composta di due elementi e dotate ciascuna di un laboratorio mobile attrezzato allo scopo e completano l'unità un impiegato addetto allo schedario verifiche e il Capo Reparto.

« Vengono infine descritte le attrezzature dei laboratori mobili.

« D.15 - Quali mezzi si sono predisposti per "orientare" in modo fondato il lavoro di manutenzione programmata e i provvedimenti da adottare per diminuire le cause di guasto e il disservizio alla utenza? (statistica guasti al materiale con analisi delle cause, misure o prove particolari, controllo carichi e temperature, ecc.).

« D.16. - Le due organizzazioni previste nelle memorie A.d.26 e A.d.24 devono coesistere nei distretti? Se rappresentano due alternative distinte, di quale attrezzatura sperimentale è dotata la organizzazione descritta nella memoria A.d.26?

« Si può pensare di poter semplificare il lavoro di verifica col progredire della unificazione dei materiali standardizzando opportunamente i mezzi di prova?

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo d): *Esercizio delle reti di distribuzione; qualità e continuità del servizio (manutenzione programmata, regolazione della tensione, fluttuazioni di tensione, condensatori serie, interruzioni transitorie di servizio, richiusura, interruzioni permanenti di servizio; uso dei telecomandi, rilevazioni e statistiche sulla regolarità e continuità del servizio)*

Relatore: R. Lippi

ALLEGATO P1

« L'argomento di questo gruppo di memorie può definirsi "la costanza delle caratteristiche dei sistemi di tensione" e può considerarsi come uno degli aspetti della qualità del servizio.

« Infatti il grado di qualità del servizio di distribuzione di energia elettrica può essere caratterizzato in via del tutto generale dal grado di continuità della fornitura e dal grado di costanza dei parametri caratterizzanti la fornitura stessa.

« Riferendoci in particolare al sistema di distribuzione in derivazione, più largamente diffuso per i normali usi industriali agricoli e domestici, e prescindendo in questa sede dal grado di continuità, la qualità del servizio resta caratterizzata dal grado di costanza delle caratteristiche del sistema di tensioni di alimentazione. Infatti il valore della frequenza si può ritenere garantito dall'attuale interconnessione delle reti europee.

« Peraltro l'argomento è stato trattato dai vari autori sotto aspetti diversi:

— come problema generale di proporzionamento e di esercizio delle reti (A.d.30);

— per quanto riguarda le variazioni del valore della tensione di alimentazione rispetto al valore nominale (A.d.31, 32, 34, 35, 36, 37, 38);

— per quanto riguarda le dissimmetrie nei sistemi di tensioni (A.d.33).

« E in questo ordine ci sembra opportuno discutere le memorie stesse.

« La *memoria* A.d.30 di Finzi Contini - Guidi - Lagostena - Noferi, *Programmi di calcolo per lo studio del funzionamento delle reti radiali di distribuzione,* esamina in modo globale tutti i fattori che intervengono nell'esercizio delle reti stesse.

« Gli Autori ricordano che il funzionamento delle reti radiali di distribuzione a media tensione è caratterizzato da numerose grandezze (potenze attive e reattive a cui sono legate perdite e cadute di tensione) molto variabili con legge dipendente dalle caratteristiche delle utenze che sono altresì molto varie, nonchè da un numero considerevole di nodi e rami che possono essere variati in relazione alle esigenze del servizio.

« In relazione a ciò, per il calcolo delle grandezze in gioco nelle condizioni più variabili di esercizio, è stato messo a punto dal Centro di Ricerche di Automatica dell'ENEL e dal Centro di Ricerche Elettriche dell'ENEL un programma di calcolo automatico che gli Autori illustrano nella memoria unitamente agli ampliamenti previsti al programma stesso.

« Tale studio costituisce evidentemente un valido strumento per consentire ai progettisti e esercenti di determinare le fondamentali grandezze caratteristiche delle reti radiali attraverso una impostazione del problema in termini molto più aderenti alla realtà e in tempi di gran lunga più brevi di quanto non lo consentano i sistemi tradizionali pur con le loro inevitabili semplificazioni.

« C'è inoltre da mettere in evidenza di tale programma la sua possibilità di adattamento alle più svariate esigenze pratiche nonchè la sua impostazione che permette aderenze alla situazione contingente attraverso una serie di schematizzazioni che nulla tolgono alla rigorosità dei risultati.

« In sintesi attraverso tale programma si può pervenire al calcolo di proporzionamento e di esercizio ottimale degli elementi delle reti dal punto di vista tecnico ed economico.

« Ai colleghi sicuramente non è sfuggita l'importanza di tale strumento ed è pertanto auspicabile che venga utilizzato su larga scala perchè i problemi della distribuzione possano trovare sempre più rigorosa impostazione e risoluzione onde conseguire gli auspicati miglioramenti del servizio con la massima economia.

« A tale proposito va ricordato che per l'ENEL gli investimenti per i nuovi impianti di distribuzione hanno raggiunto nel 1967 l'importo di 170 miliardi circa.

« E ciò senza pensare alle spese di esercizio che peraltro sono intimamente connesse con la struttura e con l'efficienza delle reti.

« Il prof. REGGIANI *nella* sua relazione speciale al gruppo di memorie A.d.19 e successive ha proposto che sia trattata in questa sede la parte della *memoria* A.d.21 di MIOLA - SQUINTANI relativa al "progetto di procedura per la rilevazione del grado di irregolarità della tensione di distribuzione".

« Gli Autori mettono in evidenza la necessità di disporre sistematicamente di elementi idonei a caratterizzare la qualità del servizio ai fini delle decisioni per gli interventi immediati e per gli studi successivi. Su tale premessa non possiamo che essere pienamente d'accordo.

« Le grandezze ritenute idonee dagli Autori sono gli scarti lineari del valore effettivo della tensione dal valore nominale e il valore medio dei quadrati di detti scarti. Tale argomento peraltro è stato più specificamente trattato nella memoria A.d.31.

« Gli Autori propongono inoltre che le rilevazioni abbiano durata di una settimana e vengano ripetute in ciascuna stagione dell'anno e che siano correlate con alcuni dati caratteristici dell'utenza e degli impianti. Per ovvi motivi organizzativi gli Autori propongono di adottare un metodo casuale per individuare percorsi di alimentazione e quindi punti di misura significativi e validi statisticamente.

« Su tale argomento e cioè circa i criteri con cui condurre le indagini rivolte ad accertare il grado di qualità del servizio, riteniamo di estremo interesse conoscere indirizzi, programmi ed esperienze di altri Colleghi, nonchè dagli Autori stessi i motivi che li hanno orientati verso la soluzione proposta. Se infatti si è d'accordo sulla necessità di una indagine in tal senso, diversi possono essere i sistemi ed i criteri con cui condurla al fine di ottenere dati significativi e probanti pur contenendo le dimensioni e quindi gli oneri dell'indagine stessa.

ALLEGATO P2

« Il secondo gruppo di memorie esamina le cause che determinano le variazioni della tensione di alimentazione rispetto al valore nominale ed i provvedimenti atti a contenerle entro limiti accettabili nel senso industriale. In tal senso infatti non sarebbe giustificata una regolazione della tensione su un valore rigorosamente costante e gli stessi provvedimenti legislativi vigenti consentono variazioni del $\pm$ 10 %.

« Come è noto le variazioni di tensione possono essere determinate da cause diverse ed avere caratteristiche e conseguenze diverse a seconda dell'ampiezza, della frequenza e della durata delle variazioni.

« In prima analisi possiamo distinguere:

— variazioni lente ossia con frequenza molto modesta ma di ampiezza anche considerevole, dovute essenzialmente al naturale variare dei carichi sulla rete;

— variazioni "rapide" caratterizzate da frequenza elevata ma di ampiezza modesta, dovute alle caratteristiche di funzionamento di particolari apparecchi utilizzatori e di particolari lavorazioni.

« Per entrambi i tipi ovviamente ha importanza ai fini pratici la durata dell'anomalia.

« Il permanere di regimi di tensioni con scarti rispetto al valore nominale oltre il $\pm$ 10 % può mettere in difficoltà anche le normali utilizzazioni industriali: il flicker non c'è dubbio che è fastidiosissimo per l'occhio umano oltre ad arrecare disturbi alle apparecchiature elettroniche e pregiudizio alle macchine rotanti.

« Sono tali aspetti del problema della regolazione che interessano la distribuzione e che vengono affrontati dalle memorie in esame; infatti le utilizzazioni speciali (macchine elettroniche, ecc.) per quanto abbiamo detto prima circa la caratteristica industriale della fornitura di energia elettrica da parte del distributore, debbono adottare direttamente particolari accorgimenti commisurati di volta in volta alle specifiche esigenze.

« Prendiamo in esame innanzi tutto le variazioni lente.

« La *memoria* A.d.31 di MIOLA - SQUINTANI, *Le variazioni delle tensioni di rete e la qualità del servizio di distribuzione di energia elettrica,* è relativa alle variazioni lente ed affronta in termini esemplificativi il problema del variare del costo degli impianti in relazione alla qualità del servizio richiesto nonchè i parametri che meglio possono caratterizzare questa tanto discussa qualità del servizio.

—« Gli Autori concordano nell'individuare tali parametri nel valore medio degli scarti e nel valore dello scarto quadratico medio peraltro associati alla potenza o alla energia assorbita.

« Ma la parte più interessante della memoria ci sembra la disamina delle varie apparecchiature oggi note ed atte a misurare gli anzidetti parametri con immediatezza.

« Questa memoria inoltre ci dà la possibilità di manifestare l'impressione che l'argomento debba essere oggetto di ulteriori indagini atte a definire innanzitutto come si ritiene opportuno misurare l'irregolarità della tensione.

« Come è noto M. Ailleret ha dimostrato che l'irregolarità di tensione con cui è fornita una certa energia può essere misurata dal prodotto del quadrato della differenza relativa delle tensioni rispetto alla tensione nominale per il numero dei kWh.

« Ovviamente in via pratica esistono diversi metodi per valutare tale irregolarità come innanzi definita:

— registrare lo scarto relativo della tensione e le variazioni della potenza;

— registrare lo scarto relativo della tensione e una potenza variante approssimativamente nella stessa maniera della potenza erogata (pieno carico, medio carico, carico debole);

— misurare in un tempo t l'integrale del quadrato dello scarto relativo di tensione e moltiplicarlo per l'energia erogata nello stesso tempo.

« E allora ci sembra opportuno che venga definito innanzitutto se per la misura dell'irregolarità si ritiene necessario seguire nel tempo l'andamento dei parametri scarto-energia o se si ritiene sufficiente disporre di dati accumulati.

« È in relazione a tale scelta pregiudiziale che si può poi operare la scelta dello strumento più idoneo se già esiste o si possono orientare gli studi dei costruttori per pervenire ad uno strumento che abbia le caratteristiche "ideali":

— costo relativamente modesto, in relazione al tipo di misura da fornire;

— buona precisione;

— facilità di trasporto e installazione;

— fornitura di dati direttamente elaborabili.

« È comunque auspicabile che già in questa sede i colleghi vorranno fornirci le notizie in loro possesso circa l'evoluzione subita in Italia e all'estero dalla tecnica costruttiva di tali strumenti e dei criteri di rilevazione che si possono ritenere più idonei.

« La *memoria* A.d.32 di MINOJA - SALAMINI, *Regolazione della tensione nelle reti di distribuzione,* con riferimento alle caratteristiche prevalenti degli schemi e degli impianti di distribuizone esistenti esamina con molto senso pratico i criteri da seguire per ottenere una regolazione ottimale del valore di tensione all'utenza agendo sulle due possibilità concrete ed immediate a nostra disposizione;

— regolazione della tensione sulle sbarre media tensione delle cabine A/M a mezzo variatori sottocarico con campo di variazione opportunamente scelto;

— determinazione dei valori delle prese di regolazione dei trasformatori M/b e della utilizzazione delle stesse in relazione alla ubicazione dei trasformatori lungo le linee.

« Tale studio fornisce diagrammi e tabelle di agevole consultazione per la ricerca delle soluzioni ottimali nei casi più frequenti ritenendo comunque ottimali quelle soluzioni che consentono di contenere per l'utente in BT le variazioni del valore delle tensioni di alimentazione entro il $\pm$ 5 %.

« Ci sembra interessante inoltre rilevare che tale studio conferma la validità delle decisioni assunte in sede MEC di normalizzare il campo di variazione con prese fisse dei trasformatori M/b al $\pm$ 2,5 %.

« La *memoria* A.d.34 di CECCONI, *Procedimenti statistici di studio della regolazione della tensione nelle reti elettriche di distribuzione,* esamina le variazioni lente della tensione.

« È uno studio inteso a individuare i parametri più adatti a caratterizzare, nei riguardi dell'utenza, la irregolarità del servizio nonchè i mezzi per ridurre tali irregolarità.

« L'Autore individua con metodo statistico tali parametri nel valore medio degli scarti e nel valore dello scarto quadratico medio "pesati" con la potenza.

« Fissa inoltre i criteri per determinare in base agli anzidetti parametri l'inconveniente economico conseguente all'utenza.

« Circa i mezzi per misurare tale irregolarità l'Autore prende in considerazione i voltmetri statistici; per contenere le irregolarità l'Autore esamina da un punto di vista teorico le possibilità offerte dai regolatori automatici, dai condensatori in parallelo e in

serie nonchè le prese a vuoto dei trasformatori M/b tenendo peraltro presente i vincoli imposti dalle situazioni contingenti.

« La *memoria* A.d.35 di AZZARITI - CAVALLINI, *La regolazione automatica della tensione,* tratta il problema delle variazioni lente da un punto di vista del tutto generale e pertanto prende in esame:

— i variatori sottocarico e un particolare tipo di bilancia voltmetrica compensata per il loro comando automatico (associata alla regolazione a vuoto dei trasformatori M/b);

— batterie di condensatori in derivazione;

— condensatori in serie.

« Ci sembra interessante mettere in evidenza di tale studio le considerazioni di carattere generale circa l'impiego di condensatori sulle reti a MT e il suggerimento dell'impiego di condensatori in serie per risolvere problemi locali e a carattere contingente.

ALLEGATO P3

« Passando invece alle variazioni rapide prendiamo in esame:

« La *memoria* A.d.36 di DEI BEI - LEVATI, *Variazioni rapide di tensione su reti di distribuzione dovute a utenze siderurgiche,* analizza le cause del disturbo, evidenzia quale indice significativo agli effetti del disturbo il valore del rapporto fra potenza di corto circuito della rete e potenza del forno, valore da ritenere di sicurezza, secondo studi condotti in Germania e Francia, se compreso fra 70 e 100. La memoria illustra inoltre i risultati di una indagine condotta nel Compartimento di Milano con l'ausilio di una apparecchiatura gentilmente avuta in prestito dall'E.d.F.

« Da tale indagine è risultato che in alcuni casi non è stata riscontrata la presenza del disturbo nonostante che il valore del rapporto risultasse inferiore ai limiti suddetti e che pertanto tali limiti, almeno allo stato attuale, sembrano doversi considerare prudenziali; in relazione a ciò gli Autori concludono che la corretta condotta dei forni è causa determinante delle situazioni disturbate.

« A tale punto ci sembra opportuno invitare i colleghi a volerci fornire i risultati di eventuali indagini condotte sull'argomento e richiamare l'attenzione dei costruttori e degli esercenti dei forni sulle anzidette considerazioni affinchè specialmente là dove la rete non consente di disporre di un rapporto dell'ordine di quelli anzidetti, adottino opportuni accorgimenti circa la condotta dei forni ed idonei dispositivi per ridurre le variazioni di tensione.

« Inoltre l'attenzione dei progettisti degli Enti distributori dovrebbe essere rivolta a scegliere per tali forniture un punto di alimentazione che sia garanzia per gli altri utenti nei riguardi del disturbo.

« La *memoria* A.d.37 di MORETTI - NICOLIS, *Valutazione del disturbo provocato da carichi rapidamente variabili sulle reti di distribuzione, analizza* il disturbo provocato da tali carichi agli effetti dell'illuminazione e dal punto di vista tariffario.

« È noto infatti che alcune utilizzazioni presentano a fronte di elevate punte istantanee di potenza attiva, consumi modesti di energia.

« Per i disturbi a carattere aleatorio (forni ad arco) gli Autori propongono una analisi globale del disturbo secondo un metodo francese che consente di disporre di un indice definitivo "dose di flicker".

« Nel caso invece di disturbi concentrati in determinate righe di frequenza fissa (saldatrici, ecc.) gli Autori propongono uno speciale strumento di loro ideazione che consente di fornire in modo semplice e diretto (e quindi senza ricorrere agli oscillografi) i dati occorrenti a caratterizzare la utilizzazione oltre che dal punto di vista del disturbo anche dal punto di vista tariffario.

« Nella memoria viene fornita una esauriente descrizione dell'apparecchiatura proposta.

ALLEGATO P4

« Gli argomenti finora trattati si possono ritenere inquadrati nella tecnica tradizionale; uno sguardo invece sul futuro ci è consentito dalla *memoria* A.d.38 di FERRARI, *Reattori saturi o saturabili per la regolazione statica della tensione nelle reti elettriche.*

« L'Autore infatti esamina le possibilità di impiego di reattori e trasduttori polifasi di potenza nelle reti elettriche per assorbire potenze reattive variabili con continuità e quindi per regolare la tensione in certi nodi delle reti, per eliminare i disturbi del flicker, per fornire in loco potenze reattive, per limitare le potenze di corto circuito.

« La memoria esamina le applicazioni di cui sinora si è avuta notizia nonchè l'evoluzione che tale tecnica sta subendo con la adozione di schemi particolari di uno dei quali il Centro Ricerche di Automatica dell'ENEL ha realizzato anche un modello nonchè la riproduzione di funzionamento su un calcolatore analogico. Di tali indagini saremmo grati ai colleghi del Centro di Ricerche se volessero fornirci i risultati più significativi.

« Dei trasduttori di potenza l'Autore cita due applicazioni per la eliminazione del flicker i cui risultati sono da considerarsi per una positivi e per una negativi.

« Dell'impiego di reattori sempre al fine di eliminazione del flicker l'Autore cita un caso realizzato in Etiopia con buoni risultati tecnici ma con delle riserve circa il costo.

« Un particolare schema di reattore accoppiato a condensatori serie e condensatori in parallelo, per il quale è stata proposta la denominazione di "stabilizzatore di reti", almeno teoricamente si presenta con caratteristiche promettenti e vantaggiose in confronto al tradizionale compensatore sincrono.

« L'Autore naturalmente non sottace il problema costituito dai reattori e trasduttori quali generatori di armoniche e dei relativi fenomeni di instabilità ma anzi fa un'ampia trattazione dei motivi e degli accorgimenti utilizzati o utilizzabili per eliminare le armoniche ed i rischi di instabilità.

« In conclusione non ci resta che auspicare i migliori risultati agli studi ed alle sperimentazioni in corso sull'argomento che sicuramente apre interessanti prospettive, in alternativa alle soluzioni tradizionali, per la stabilizzazione delle tensioni nel senso più lato.

« La *memoria* A.d.33 di CHIESA - SALA, *Dissimmetrie nei sistemi di tensioni delle reti di distribuzione,* pone alla nostra attenzione gli inconvenienti che possono verificarsi su una rete di distribuzione per effetto di abnormi dissimmetrie nel sistema delle tensioni.

« Ed agli effetti della pratica della distribuzione molto utili ci sembrano le relazioni quantitative ed i diagrammi riportati nello studio.

« Peraltro è anche interessante ricordare le conclusioni degli Autori e cioè che "i casi accertati di sensibili disturbi all'utenza imputabili a dissimmetrie nelle tensioni di rete sono assai rari essendo costante cura dei distributori impedire l'insorgere delle dissimmetrie stesse".

« Riteniamo comunque che questa memoria rappresenta un autorevole ed opportuno richiamo dell'attenzione dei distributori anche su questo aspetto del problema ai fini di una sempre migliore qualità del servizio.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Sezione 1: Problemi generali di progetto e di esercizio delle reti di distribuzione

Gruppo d): *Esercizio delle reti di distribuzione; qualità e continuità del servizio (manutenzione programmata, regolazione della tensione, fluttuazioni di tensione, condensatori serie, interruzioni transitorie di servizio, richiusura, interruzioni permanenti di servizio; uso dei telecomandi, rilevazioni e statistiche sulla regolarità e continuità del servizio)*

Relatore: M. SFORZINI

ALLEGATO Q1

« Le memorie facenti parte del gruppo oggetto di questa relazione sono otto. Mi è sembrato opportuno, per facilitare la discussione, suddividerle in due sottogruppi, da considerare separatamente.

« Nel 1° *sottogruppo* rientrano tre memorie che trattano di problemi essenzialmente di tipo tecnico-organizzativo. Si tratta precisamente delle memorie:

A.d.46 *Considerazioni sull'analisi grafica delle attività di esercizio nelle reti di distribuzione a media e bassa tensione.*

A.d.42 *Vantaggi tecnico-economici di alcune innovazioni nei criteri di manutenzione dei contatori.*

A.d.44 *I ponti radio a servizio della distribuzione.*

« Ho ritenuto opportuno includere in questo primo sottogruppo anche una quarta memoria, la A.d.45, *Il ripristino della distribuzione nella città di Firenze dopo l'alluvione del 4 novembre 1966.* Tale memoria infatti, pur non trattando esplicitamente di questioni di tipo tecnico-organizzativo, può suggerire per la discussione considerazioni di questo tipo (scelta di materiali, macchinario, apparecchiature; organizzazione del personale), sia pure con riferimento soltanto a particolari situazioni di emergenza.

« Nel 2° *sottogruppo* rientrano quattro memorie che trattano specificamente di problemi di controllo e protezione dell'esercizio

di reti di distribuzione. Tre di esse sono più direttamente legate a problemi di controllo e protezione in concomitanza a guasti sulle reti. Si tratta precisamente delle memorie:

A.d.41 *Impiego di apparecchiature elettroniche logiche transistorizzate per il controllo di un impianto di network secondario.*

A.d.39 *Localizzazione del punto di corto circuito in reti di distribuzione cittadina a media tensione.*

A.d.40 *Controllo delle correnti di guasto in sistemi a caduta di tensione compensata.*

« Mentre le memorie A.d.41 e A.d.39 si riferiscono al controllo e alla protezione di reti di distribuzione nel loro complesso, la A.d.40 tratta del problema della protezione di un particolare elemento della rete: i condensatori serie.

« La quarta memoria rientrante in questo sottogruppo, e precisamente la A.d.43, *Rilevamento e trasmissione automatici dei valori di misura dei contatori di energia negli impianti elettrici di distribuzione*, tratta del problema della trasmissione automatica e del controllo centralizzato dei dati di misura dei contatori.

1° *Sottogruppo.*

« Nella *memoria* A.d.46, CARMINELLI - NASCI - SORATO affrontano il tema della razionale organizzazione delle attività di esercizio e manutenzione richieste da una rete di distribuzione a media e bassa tensione.

« In tale ambito, analizzando il problema di programmare l'attività di una unità operativa destinata a svolgere localmente le suddette attività, allo scopo di determinarne la più opportuna consistenza numerica. Viene considerata, come campione, una unità operativa addetta ad un'area di distribuzione di 44 km², comprendente 5 800 utenze. I vari compiti affidati a tale unità sono distinti in attività "programmabili" e attività "aleatorie": le prime sono quelle di esercizio e di manutenzione ordinaria (si escludono i lavori di costruzione di nuovi impianti come pure quelli di manutenzione di una certa entità); le seconde sono invece le attività dipendenti da eventi naturali o comunque non controllabili a priori, quali ad esempio la riparazione di guasti. Considerando anzitutto le attività programmabili e basandosi su informazioni ottenute sia mediante interviste con tecnici esperti della situazione locale, sia attraverso l'elaborazione di dati statistici relativi ad un certo numero di anni, gli Autori predeterminano i vari compiti da affidare alla squadra nonchè i tempi di esecuzione delle singole attività, definendo conseguentemente un piano di lavoro dal quale risulta il dettaglio delle attività "programmabili" e del relativo impegno di personale. Con l'ausilio di grafici e tenendo conto di determinati vincoli esterni, si confronta quindi la disponibilità residua di personale con le necessità di mano d'opera conseguenti sia alle attività di tipo aleatorio (valutabili, in prima approssimazione, sulla base di dati ricavabili dall'esperienza), sia alle assenze per ferie (programmabili) e per malattia (di tipo aleatorio). Si conclude infine che, per il campione considerato, può essere adeguata una unità operativa di 6 operai, a patto di ricorrere, per attività eccezionali non prevedibili e comunque di breve durata, all'aiuto di altre unità operative. L'utilizzazione del personale che ne deriva è valutata pari all'80 %.

« E evidente l'importanza del problema trattato in questa memoria e sarebbe di notevole interesse conoscere come esso venga affrontato da altri e, in particolare, quali criteri si adottino sia nella programmazione delle attività di esercizio e di manutenzione della distribuzione, sia nella raccolta del complesso di informazioni necessarie a tale scopo. Data l'importanza fondamentale che la suddetta raccolta di informazioni riveste per la risoluzione del problema, sarebbe particolarmente utile il parere, degli autori e di altri, sull'opportunità di organizzare tale raccolta in maniera coordinata, eventualmente centralizzandola nell'ambito del distretto o addirittura in un ambito più vasto, così da rendere possibili elaborazioni omogenee dei dati e la programmazione di una più vasta politica di impiego del personale disponibile.

« Un problema su cui vorrei, in particolare, richiamare l'attenzione per la discussione è quello dell'area servita da una stessa squadra. Nella loro trattazione, gli Autori considerano, come campione, un'area di distribuzione comprendente circa 6 000 utenze. La considerazione di aree più estese potrebbe trovare ostacolo nella difficoltà di ottenere rapidi e facili spostamenti, come si accenna all'inizio della memoria, ma potrebbe per altro consentire, almeno in linea di principio, una più elevata utilizzazione del personale. Sarebbe interessante, a questo proposito, conoscere il parere, degli Autori e di altri esperti, in merito al problema dell'ottima estensione dell'area di distribuzione servita da una stessa unità operativa.

« La *memoria* A.d.42, di BARDELLI e BEGANI, tratta del problema dell'organizzazione dell'attività di revisione e rimessa in efficienza dei contatori di energia. Sottolineati i vantaggi tecnico-economico che possono derivare da una razionale ed efficiente soluzione del problema, vengono illustrati i più recenti provvedimenti studiati e sperimentati a tale scopo dal Laboratorio Misure dell'Esercizio Distrettuale di Milano dell'ENEL; tali provvedimenti consentiranno di raggiungere una potenzialità di lavoro annua di circa 100 000 contatori, di cui 30 000 trifasi.

« Vengono dettagliatamente descritte le diverse fasi del processo di lavoro, dall'arrivo — coordinato e programmato per le diverse zone di distribuzione — degli strumenti in magazzino, alla scelta dei contatori ritenuti idonei al reimpiego, all'attività di revisione vera e propria, che comprende: la sistemazione e la verniciatura delle custodie; la revisione delle parti meccaniche soggette ad usura (effettuata in un apposito locale fornito, tra l'altro, di un impianto di lavaggio ad ultrasuoni); le operazioni di controllo e taratura (per le quali sono disponibili, nel laboratorio, 8 banchi operativi monofasi a doppia stazione e 7 trifasi, con possibilità di lavorazione contemporanea di 800 contatori monofasi e 400 trifasi). Si illustrano infine i criteri adottati per il controllo della produzione e si accenna alle modalità di spedizione dei contatori, revisionati e controllati, alle diverse zone di distribuzione.

« Nella loro trattazione gli Autori si soffermano in modo particolare sui criteri di scelta dei contatori da riutilizzare; tali criteri sono essenzialmente basati sulla definizione di due indici di convenienza al reimpiego, uno di convenienza tecnica ed uno di convenienza economica. Potrebbe essere interessante una discussione in merito a tali indici, alle possibili incertezze e difficoltà insite nella loro determinazione o a possibili diversi criteri seguiti per la loro definizione; in particolare, sarebbe interessante conoscere il parere degli Autori o di altri esperti sui valori-limite più opportuni da assumere per tali indici (per l'indice di convenienza economica, gli Autori considerano ad esempio un valore limite di 0,5).

« Anche una discussione sui due criteri fondamentali che possono essere considerati nello stabilire il processo di lavorazione — e cioè quello di affidare in maniera completa ad un solo operatore la rimessa in efficienza di un certo lotto di apparecchi, e quello "specialistico" di assegnare a ciascun operatore un numero limitatissimo di operazioni da compiere sulla totalità degli apparecchi — potrebbe rivestire un certo interesse. Fino a quale punto ed entro quali limiti le ragioni umane e psicologiche giustamente addotte dagli Autori a sostegno del primo criterio si traducono in una effettiva convenienza tecnico-economica del corrispondente processo di lavorazione? Va a questo proposito ricordato che il processo di lavorazione descritto nella memoria, anche se basato prevalentemente sul primo criterio, è in realtà di tipo misto, in quanto le delicate operazioni di messa a punto degli organi meccanici soggetti ad usura sono eseguite da operatori diversi, specializzati in tale tipo di lavorazione.

« Più in generale, in merito a questi nuovi metodi organizzativi introdotti, nel lavoro di revisione dei contatori, presso il Distretto ENEL di Milano, sarebbe interessante conoscere il parere dei tecnici predisposti a questi compiti presso altri laboratori dell'ENEL, e sapere in particolare se iniziative analoghe sono state prese ed, eventualmente, in che consistono le differenze nei criteri seguiti.

ALLEGATO Q2

« Nella *memoria* A.d.44, BALDI e BARBISIO esaminano il problema dell'organizzazione di una rete di ponti radio al servizio della distribuzione. L'importanza di realizzare tale rete in maniera quanto più possibile unitaria ed organica è legata, da un lato, all'esigenza di migliorare l'efficienza del servizio di distribuzione attraverso una riduzione dei tempi di intervento del personale, e, dall'altro, alla necessità di utilizzare nel miglior modo possibile le frequenze disponibili per le trasmissioni, in relazione alla difficoltà di reperire frequenze libere per nuovi collegamenti. Gli Autori analizzano i diversi aspetti tecnico-organizzativi del problema, esponendo una serie di criteri da tener presenti per una corretta e razionale risoluzione dello stesso. Definiscono, tra l'altro, i campi di impiego dei diversi tipi di ponti radio (fissi, mobili e portatili), fornendo suggerimenti in merito alla migliore utilizzazione di ciascun tipo (adozione delle chiamate selettive sui ponti radio mobili, del collegamento in simplex su quelli portatili, ecc.) e sottolineando come, ad una razionale organizzazione della rete di ponti radio, dovrebbe sempre far riscontro una adeguata organizzazione del personale di intervento sulla rete elettrica, essenzialmente basata sul concentramento dello stesso in squadre. Viene inoltre considerato il problema della distribuzione delle stazioni ripetitrici su un dato territorio, tenuto conto delle caratteristiche orografiche dello stesso, e si accenna in particolare alla necessità di ripetitrici locali a limitato raggio d'azione per aree cittadine non servite dalle

ripetitrici principali. Viene infine fornito, sia pure a titolo indicativo, il numero di apparecchi che si ritiene possano essere mediamente serviti da una ripetitrice con un'unica frequenza. Gli Autori concludono la trattazione illustrando l'applicazione dei criteri esposti al Compartimento di Venezia, dove è stata realizzata una rete di ponti radio a servizio della distribuzione, coordinata ed intercambiabile, in caso di emergenza, con la rete di ponti radio realizzata al servizio della trasmissione.

« Il problema della utilizzazione dei ponti radio al servizio della distribuzione è di indubbio interesse per un grosso Ente distributore di energia elettrica qual'è l'ENEL. L'organizzazione di una rete efficiente di ponti radio può apportare sensibili risparmi nel tempo richiesto dai lavori sulla rete, effettuati sia per l'esercizio e la manutenzione ordinaria che per la riparazione di guasti. Sarebbe interessante conoscere al riguardo anche il parere di altri esperti della distribuzione, che potrebbero riferire sulle soluzioni adottate in altri Compartimenti e sugli sviluppi che si intende promuovere in questo campo.

« Nella *memoria* A.d.45, SCAPPINI e ROSTAGNO descrivono le condizioni in cui vennero a trovarsi gli impianti elettrici di Firenze, e in particolare quelli della rete di distribuzione, immediatamente dopo la disastrosa alluvione del 1966, e come si provvide alle prime alimentazioni di soccorso e, successivamente, alla ripresa graduale del servizio.

« Vengono esaminate separatamente le varie parti di impianto, quali cabine primarie, cabine MT/BT, cavi, linee aeree, ecc., e si fornisce un quadro della consistenza e dei danni in ognuna. Si riportano inoltre i vari provvedimenti di emergenza adottati per riattivare almeno parzialmente il servizio, e si riferisce sulle operazioni di manutenzione o sulle sostituzioni che si sono rese necessarie per gli elementi danneggiati.

« A conclusione di quanto esposto, gli Autori riferiscono alcune considerazioni sul comportamento più o meno soddisfacente delle varie parti di impianto, in relazione alla severità delle prove sostenute in occasione dell'alluvione. In complesso si può dire che il comportamento dei materiali e delle varie apparecchiature sia stato superiore alle più ottimistiche previsioni; ciò ha consentito, unitamente all'ingente impegno di personale ad ogni livello, sia ENEL che esterno, di riprendere l'erogazione completa dell'elettricità in tempo relativamente assai breve.

« Dato l'argomento della memoria, può costituire un motivo di discussione il parere di tecnici delle altre regioni italiane interessate, sia pure in forma un po' meno grave, dalla medesima alluvione. La loro esperienza al riguardo può essere utilmente confrontata con quella degli Autori, soprattutto per quanto riguarda il comportamento dei vari materiali alla prolungata immersione in acqua e le difficoltà organizzative incontrate. In tale linea sarebbe interessante conoscere, da parte sia degli Autori che di altri, fino a qual punto le dolorose esperienze determinate dall'alluvione del 1966 hanno potuto suggerire particolari criteri organizzativi, o indirizzi sulla scelta dei materiali, in previsione di analoghe situazioni di emergenza, che ci auguriamo comunque assai remote e assai meno gravi.

ALLEGATO Q3

2° *Sottogruppo.*

« La prima memoria del 2° sottogruppo, e precisamente la *memoria* A.d.41, autori MICCHIARDI - MONDO e VALLI, illustra i criteri di protezione e di controllo dell'esercizio adottati su un impianto di network secondario realizzato nella città di Torino ed entrato in servizio, con risultati favorevoli, nell'autunno dello scorso anno. Tale impianto, alimentato da due linee a 6 kV provenienti da due diverse cabine primarie 22/6 kV e comprendente otto cabine secondarie di distribuzione 6 kV/BT, serve oltre 1 000 utenti, per una potenza contrattuale complessiva di circa 3 700 kW.

« Dopo una breve descrizione dell'impianto, gli Autori passano a considerare il problema delle protezioni e quello dell'inserzione automatica in parallelo, sulla rete BT, delle cabine secondarie, illustrando i principi sui quali sia le protezioni che l'inserzione automatica sono basate. Per realizzare detti principi, ogni interruttore generale di BT delle cabine secondarie risulta asservito, in particolare, a quattro relè: direzionale di potenza; di massima corrente; comparatore di tensione (modulo e fase); ritardatore. Allo scopo di migliorare l'efficienza del complesso, tali relè furono previsti in soluzione elettronica transistorizzata; mentre il relè ritardatore e quello di massima corrente erano disponibili sul mercato in tale realizzazione, per gli altri due tipi, direzionale e comparatore, si procedette alla realizzazione ex novo. I principi di funzionamento e le soluzioni tecniche adottate per questi due ultimi tipi vengono dettagliatamente descritti nella memoria. A completamento della trattazione, gli Autori riferiscono su un sistema di controllo automatico attuato sull'impianto in questione dal Centro di Telecomando distrettuale, che provvede a disinserire e a reinserire una parte delle cabine del network in funzione del carico.

« Potrebbe essere interessante qualche ulteriore informazione, da parte degli autori o di altri esperti del ramo, sui vantaggi tecnico-economici che il tipo di protezioni illustrato nella memoria permette di conseguire nei confronti di tipi più comunemente reperibili sul mercato.

« In particolare, sarebbe interessante se gli Autori potessero fornire, ove disponibile, qualche dato quantitativo sulla economicità del servizio con inserzione e disinserzione automatica, tenuto conto, oltre che della utilizzazione delle macchine e delle perdite, anche della continuità e qualità del servizio. Pure informazioni sui criteri di progetto, protezione ed esercizio di reti analoghe, realizzate o in fase di realizzazione in Italia o all'estero, potrebbero costituire un utile spunto per le discussioni sull'argomento.

« La *memoria* A.d.39, autore MERCÙ, descrive una serie di sistemi in uso per la localizzazione e la eliminazione selettiva dei guasti in reti di distribuzione cittadina a media tensione, di tipo radiale o ad anello aperto, comprendenti più cabine di distribuzione in serie provviste di soli sezionatori sotto carico.

« Quando nelle cabine di distribuzione non esistono dispositivi locali di misura, l'ubicazione del guasto può essere determinata ricorrendo a strumenti localizzatori sistemati nella stazione di alimentazione e dei quali MERCÙ descrive il principio di misura ed i limiti di precisione.

« L'Autore passa quindi ad illustrare i sistemi per l'eliminazione selettiva di guasti verificantisi sulle derivazioni da una linea principale di tipo radiale o ad anello aperto, quando tali derivazioni siano collegate alla linea principale mediante sezionatori sotto carico e siano in funzione, sulla linea stessa, dispositivi di richiusura automatica. Tali sistemi consistono essenzialmente in combinazioni-parallelo sezionatore sotto carico-fusibile o in semplici sezionatori sotto carico, associati a relè che, dopo una richiusura rapida infruttuosa, comandano l'apertura del sezionatore sotto carico durante l'apertura conseguente alla richiusura.

« Infine vengono passati in rassegna diversi sistemi per la localizzazione dei guasti in reti ad anello aperto, come ad esempio quello che ricorre a indicatori di corto circuito a cartellino, associati o meno alla trasmissione dell'indicazione ad una stazione presidiata. In particolare, l'Autore si sofferma sul sistema di segnalazione selettivo basato sul blocco retroattivo, combinato o meno con la apertura automatica dei sezionatori sotto carico, accennando anche ad alcune soluzioni semplificate di tale sistema.

« Sottolinea anzitutto la complessità del problema trattato in questa memoria e la molteplicità delle soluzioni realizzate o pensabili per risolverlo, mi sembra utile conoscere il parere di esperti del ramo sulle diverse soluzioni, di localizzazione e di eliminazione selettiva dei guasti, esaminate e discusse dall'Autore. In particolare potrebbe essere interessante conoscere le opinioni, dell'Autore o di altri, in merito alla effettiva convenienza di adottare sistemi perfezionati di localizzazione e di eliminazione selettiva dei guasti nel caso di reti di distribuzione per le quali il numero di disservizi, in conseguenza della introduzione di mezzi per l'eliminazione spontanea dei guasti di natura transitoria (richiusura, messa a terra del neutro, ecc.), diventa relativamente modesto, essendo in pratica dovuto ai soli guasti di natura permanente.

« Inoltre, poichè quanto esposto nella memoria è in stretto legame con le pratiche in uso nella Repubblica Federale Tedesca, potrebbe essere pure interessante un confronto con i sistemi, dello stesso tipo o di tipo analogo, più comunemente adottati nel nostro Paese.

ALLEGATO Q4

« Nella *memoria* A.d.40, CAMPANARI, dopo aver accennato ai vantaggi che l'inserzione di condensatori-serie sulle linee di distribuzione può presentare in relazione alla loro capacità di limitare le variazioni di caduta di tensione, affronta il problema di una efficiente protezione degli stessi e dei più moderni mezzi per ottenerla. L'Autore illustra anzitutto lo schema di protezione "classico", basato sugli scaricatori, accennando agli inconvenienti che esso presenta (instabilità delle tensioni di innesco e residua, limitata durata di funzionamento in relazione alle notevoli potenze dissipate, ecc.). Si diffonde quindi su un sistema di protezione essenzialmente fondato sull'utilizzazione di diodi controllati al silicio in sostituzione degli scaricatori, e quindi praticamente esente dagli inconvenienti che questi ultimi presentano. Di tale sistema di protezione l'Autore illustra il principio di funzionamento, avvalendosi a tale scopo di oscillogrammi ricavati da prove sperimentali. Nella versione più semplice, nella quale l'elemento resistivo di alimentazione del circuito di comando dei diodi risulta inserito diretta-

mente in serie alla linea di distribuzione, il suddetto sistema presenta però, a sua volta, alcuni inconvenienti: perdite di energia nell'elemento resistivo; impossibilità di limitare la corrente di corto circuito, durante il funzionamento del dispositivo di protezione, a valori inferiori alla corrente nominale; funzionamento incerto del circuito di protezione per correnti di guasto il cui valore cadesse in un intervallo abbastanza ristretto intorno al valore prefissato per l'intervento. Ai primi due inconvenienti si può ovviare mediante l'adozione di un particolare circuito, più complesso e senza elementi resistivi in serie alla linea; al terzo inconveniente si rimedia realizzando un opportuno dispositivo differenziale per la alimentazione del circuito di comando dei diodi controllati. L'Autore conclude considerando il problema del dimensionamento del circuito di protezione in esame; osserva a questo proposito che la tenuta alla massima sovratensione prevista ai morsetti dei diodi costituisce l'aspetto più delicato del problema, e fornisce una formula per la valutazione di tale sovratensione.

« Sarebbe interessante, per la discussione, conoscere i risultati di eventuali esperienze di esercizio ottenute con il sistema di protezione di cui tratta questa memoria, e confrontare i suddetti risultati con quelli relativi all'impiego di protezioni con scaricatori.

« Sarebbe inoltre interessante conoscere il parere, degli Autori o di altri esperti, circa le effettive difficoltà che si possono incontrare nel dimensionamento del circuito di protezione, in relazione agli elevati valori di sovratensione che possono manifestarsi ai morsetti dei diodi.

« La *memoria* A.d.43, di Rumpel e Sicconi, esamina il problema del rilevamento e della trasmissione automatica a distanza dei dati di misura dei contatori di energia.

« Gli Autori ricordano anzitutto i mezzi di telelettura tradizionali di tipo meccanico, con i quali si possono ottenere frequenze massime di lavoro di 1 impulso al secondo, e quelli di più moderna concezione, di tipo elettronico, che permettono di realizzare frequenze di impulsi fino a 10 al secondo. Queste ultime apparecchiature consentono la registrazione dei dati sotto molteplici forme soddisfacenti le attuali esigenze, quali per esempio la possibilità di accedere direttamente a un calcolatore elettronico per l'elaborazione delle informazioni.

« Dopo aver fornito un elenco delle definizioni fondamentali relative ai diversi sistemi di lettura, gli Autori passano ad esaminare i dispositivi di combinazione di conteggio in uso per il rilevamento dei dati di misura. Illustrano quindi diversi sistemi di trasmissione dei suddetti dati, sia di tipo continuo (registrazione su telescriventi o su bande perforate; trasmissione codificata tramite centralini di telecomando e telecontrollo) che di tipo discontinuo (richiesta telefonica, per esempio giornaliera, di valori di misura memorizzati su banda perforata). I primi sistemi vengono evidentemente utilizzati solo per la trasmissione di dati di particolare interesse, quali ad esempio le energie in gioco in determinati punti di scambio.

« Da ultimo gli Autori illustrano l'impiego, nella trasmissione centralizzata dei dati di misura dell'energia, dei "calcolatori di processo", che consentono l'elaborazione rapida delle informazioni ricevute dagli impianti.

« Questa memoria contiene un'ampia ed esauriente descrizione delle moderne soluzioni tecniche atte a realizzare la teletrasmissione dei dati di misura dei contatori; per contro essa non esamina a fondo il problema delle applicazioni di questi sistemi nell'ambito della distribuzione, e in particolare della convenienza e dei limiti di tali applicazioni. Desidereremmo pertanto chiedere agli Autori se, a completamento di quanto esposto nella memoria, potessero fornire qualche notizia sull'estensione attuale di impianti di teletrasmissione di questo genere in reti di distribuzione. Desidereremmo inoltre conoscere il parere, degli Autori o di altri esperti, in merito ai possibili sviluppi futuri in questo campo.

TEMA A
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA
Sezione 2: Impianti di distribuzione
Gruppo h): *Cabine primarie AT/MT e cabine di distrizione (MT/BT)*

Relatore: D. Castelli

ALLEGATO R1

« Il gruppo di memorie oggetto della presente sezione tratta alcuni dei problemi che si incontrano nella realizzazione di cabine primarie AT/MT, con esclusione della parte relativa alla media tensione che è stata aggregata ad altra sezione in quanto i problemi ad essa inerenti sono abbastanza simili a quelli delle cabine MT/BT.

« Ai fini della discussione le memorie sono state suddivise in tre gruppi:

« I) A questo gruppo, nel quale sono trattati problemi di impostazione, progetto e costruzione delle cabine primarie, appartengono le seguenti memorie:

A.h.12 Arena A.: *Alcune considerazioni sulla realizzazione pratica delle cabine primarie AT/MT.*

A.h.13 Biffi G. - Gattone A. - Sani G.: *Recenti realizzazioni di cabine primarie AT/MT con riserva di potenza ottenuta mediante trasformatori mobili.*

« II) A questo gruppo, nel quale sono trattati alcuni problemi relativi a servizi ausiliari, circuiti secondari di bassa tensione e quadri, appartengono le seguenti *memorie*:

A.h.14 Della Cananea A. - Lazzarini G. - Severini D.: *I complessi per comando protezione e misure delle cabine primarie AT/MT.*

A.h.15 Maggiora A.: *Impiego dei quadri del tipo a mosaico quali quadri di comando a distanza ovvero locale per le stazioni di distribuzione dell'energia elettrica.*

A.h.16 Frate G.: *Considerazioni e principi sugli impianti di aria compressa destinati all'alimentazione delle apparecchiature elettriche di stazione.*

A.h.17 Sicconi G. - Celli G.: *Moderni orientamenti nella tecnica delle macchine e delle apparecchiature per assicurare la disponibilità dell'energia ausiliaria nelle stazioni primarie delle reti elettriche di distribuzione.*

« III) In questo gruppo compare solamente la *memoria*:

A.h.18 Frate G. - Stivanello C.: *Le strutture di supporto delle apparecchiature per alta ed altissima tensione con particolare riguardo a sollecitazioni di manovra e sismiche* in quanto trattando un problema molto specifico e particolare non può essere fatta rientrare in nessuno dei due gruppi precedenti.

« Nella *memoria* A.h.12 di A. Arena vengono illustrati i criteri principali per la progettazione di cabine primarie AT/MT e per la loro pratica realizzazione. In primo luogo l'Autore esprime alcune considerazioni sull'utilità di impiegare le moderne tecniche, tipo PERT e GASP, per la programmazione del lavoro di progettazione e costruzione in modo da ridurre al minimo il tempo necessario all'apprestamento dell'impianto e ricorda i principali "eventi" che è necessario considerare. In particolare esprime il parere che, nella conduzione dei lavori, sia opportuno:

— richiedere con un certo anticipo le autorizzazioni necessarie sia per la costruzione delle cabine che delle linee;

— unificare, per quanto possibile, gli elementi costituenti gli impianti;

— adottare schemi elettrici i più semplici possibili;

— avere pronti o quasi, prima d'iniziare i lavori, tutti i progetti costruttivi, rispettivamente sia per la parte civile, sia per le installazioni che per gli schemi di cablaggio;

— effettuare possibilmente l'appalto dei lavori a forfait e non a misura.

« Questa procedura benchè possa sembrare ad un primo esame più lunga, in realtà, non riservando sorprese, risulta quella che garantisce il minor tempo di costruzione.

« L'Autore passa poi ad esaminare alcune possibilità delle progettazioni, come ad esempio, la disposizione delle apparecchiature ausiliarie o in chioschi o nel sottoquadro, l'alimentazione dei servizi ausiliari, i riflessi sulla progettazione del tipo di servizio (impianto telecomandato e presidiato), la posizione dell'abitazione per il personale nell'ipotesi di turno discontinuo, scendendo anche ad alcuni aspetti di maggior dettaglio riferentesi all'influenza sulle costruzioni civili del tipo di terreno, all'impianto di illuminazione esterna delle cabine, alla rete di terra, alle finiture delle aree non occupate da edifici e strade, ai sistemi di drenaggi e di raccolta olio dei trasformatori, all'importanza di un accurato studio degli schemi funzionali, ecc.

« Vengono infine ricordate le rigorose prove che devono essere effettuate prima della messa in servizio della cabina.

« Nella *memoria* A.h.13 di G. Biffi - A. Gattone - G. Sani viene illustrato il principio di costruire cabine primarie per la trasformazione AT/MT dell'energia, con riserva di potenza non ottenuta da unità fisse da affiancare a quelle normalmente in servizio, bensì mediante pochi trasformatori mobili ubicati ciascuno in posizione baricentrica rispetto al gruppo di cabine da servire e rapidamente trasportabili su strada mediante appositi carrelli quando se ne presenti la necessità.

« Questo indirizzo, che consente di eliminare l'installazione in ogni cabina primaria AT/MT dei trasformatori fissi di riserva, ha richiesto la preventiva soluzione di diversi problemi per far sì che lo schema elettrico e la disposizione planimetrica della sezione AT delle cabine fossero predisposte per l'installazione rapida del trasformatore mobile di riserva e fosse assicurata l'indispensabile intercambiabilità fra le unità fisse e l'unità mobile.

« Per i trasformatori mobili si è cercato di ridurre al minimo la sagoma d'ingombro e di adottare tutti gli accorgimenti per renderne il più possibile agevole e rapida la trasportabilità su strada.

« Grazie all'accurato studio dei percorsi stradali si è constatato che nell'ambito del compartimento di Milano dell'ENEL, al quale questa memoria si riferisce, il tempo totale necessario per l'intervento è di circa mezza giornata o poco più anche nei casi più sfavorevoli.

« Sono stati anche analizzati i provvedimenti necessari per assicurare l'alimentazione dell'utenza dal momento del guasto di un trasformatore fino alla messa in servizio del trasformatore mobile di riserva e sono messi in evidenza gli altri vantaggi della soluzione con trasformatore mobile come ad esempio: aiuto temporaneo per cabine in sovraccarico, aiuto per ritardata consegna di trasformatori, ecc.

« La soluzione adottata viene poi confrontata dal punto di vista economico con la soluzione tradizionale che prevede un trasformatore fisso di riserva per ogni cabina e ne viene messa in evidenza la netta convenienza economica.

« Le memorie sopra riassunte trattano numerosi argomenti che possono formare oggetto di discussione; ci si limita qui ad esporne alcuni.

« I.1. - La memoria A.h.12 richiama l'opportunità, per guadagnare tempo, di non iniziare i lavori se non sono pronti tutti i disegni.

« Si può ritenere che questo valga comunque o soltanto per impianti abbastanza semplici, mentre aumentando la complessità dell'impianto ed il suo tempo di esecuzione convenga iniziare i lavori anche con la progettazione meno avanzata?

« I.2. - Nella memoria A.h.13 viene rilevato che, in caso di guasto ad un trasformatore, l'alimentazione dell'utenza è assicurata durante il periodo intercorrente tra il momento del disservizio e l'arrivo del trasformatore mobile di riserva, dalla sovraccaricabilità del trasformatore rimasto in servizio e dalla inteconnessione della rete di distribuzione a media tensione. Quale margine di sovraccaricabilità è previsto per i trasformatori, tenendo anche presente l'andamento stagionale della temperatura dell'aria e come avviene l'eventuale smistamento del carico a cabine vicine?

« I.3. - A proposito della memoria A.h.13, sarebbe interessante sapere qual'è stata la frequenza dei guasti ai trasformatori verificatisi nelle cabine AT/MT in questi ultimi anni.

ALLEGATO R2

« Nella *memoria* A.h.14 di A. Della Cananea - C. Lazzarini - D. Severini vengono illustrati i criteri per la progettazione dei circuiti BT di comando, protezione e misura delle cabine primarie AT/MT al fine di giungere alla loro normalizzazione, con particolare riferimento alla possibilità di una prefabbricazione modulare dei complessi contenenti le apparecchiature.

« Le soluzioni oggi più diffuse per la disposizione delle apparecchiature BT sono essenzialmente due:

— adozione di un solo quadro centralizzato;

— impiego di più quadri decentrati, ciascuno ubicato in prossimità dei singoli organi restando però sempre centralizzato il quadro con gli organi di comando e controllo.

« Gli Autori, esaminate le due soluzioni sotto il profilo della progettazione unificata, attribuendo cioè particolare importanza alla semplicità di approvvigionamento e di installazione, concludono che per le cabine AT/MT di distribuzione primaria, normalmente di dimensioni relativamente piccole e con un esiguo numero di stalli AT (non superiore a 4), l'impiego di quadri centralizzati sia la più idonea e ciò per le considerazioni seguenti:

1) il numero limitato delle partenze AT rende piccole le distanze tra apparecchiature AT e la sala quadri per cui non risulta vantaggiosa la soluzione "chioschi all'aperto" contenenti le apparecchiature BT; questioni di uniformità consigliano la stessa soluzione per l'installazione MT;

2) la centralizzazione dei circuiti elettrici BT favorisce la normalizzazione della progettazione elettrica e meccanica;

3) autonomia dei circuiti BT da quelli AT e MT.

« L'adozione del criterio di centralizzare le apparecchiature BT consente di sviluppare una progettazione modulare dei singoli pannelli, ciascuno dei quali costituisce un complesso elettrico funzionale autonomo ma previsto per un agevole accostamento agli altri complessi ad esso complementari. Costruttivamente ogni complesso è costituito da strisce portanti cablate autonomamente ed intercambiabili.

« Per quanto riguarda il dimensionamento meccanico dei contenitori metallici, con esemplificazioni pratiche è stato constatato che la soluzione ottimale è quella che prevede due soli tipi di contenitori aventi larghezza e profondità costanti ed altezza l'uno doppia dell'altro.

« Il montaggio dei quadri BT risulta particolarmente agevole in quanto essi possono essere trasportati sul posto al termine di tutti i montaggi meccanici, compresi quelli dei telai contenitori e la posa in opera della cavetteria, favorendo così una successione dei lavori più razionale e quindi più semplicemente organizzabile.

« Gli Autori rilevano inoltre che la prefabbricazione dei complessi elettrici BT ne permette il collaudo fuori opera in quanto, come già ricordato, ciascun complesso rappresenta un insieme di circuiti elettrici funzionali indipendenti.

« Anche per quanto riguarda gli ampliamenti futuri, secondo gli Autori, la soluzione proposta soddisfa ampiamente tale possibilità.

« Sono poi riportati alcuni esempi di recenti realizzazioni di quadri BT così progettati.

« La *memoria* A.h.15 di A. Maggiora considera l'impiego della tecnica a mosaico per i quadri di comando, a distanza e locale, delle stazioni di distribuzione dell'energia elettrica. Le caratteristiche principali di questi quadri ad elementi componibili sono il minimo ingombro da essi richiesto e l'estrema facilità di modifiche ed ampliamenti che essi offrono, qualità che li rendono particolarmente adatti per quadri di telecomando.

« Vengono indicati dagli Autori alcuni accorgimenti costruttivi per rendere più facile ed agevole l'eventuale modifica del quadro stesso; tra questi l'opportunità che gli organi di manovra e controllo siano contenuti in un'unica tessera (tessera attiva) anche dimensionalmente in modo che sia possibile affiancare direttamente più tessere attive e così realizzare un'effettiva riduzione delle dimensioni del quadro. Quando questo non è possibile, come nel caso di strumenti di misura inseriti nel quadro, è necessario fare in modo di poter ugualmente togliere dal quadro lo strumento stesso senza compromettere la struttura del quadro ed il ripristino del mosaico.

« Viene rilevata anche la necessità che ogni tessera attiva venga collegata ai partitori di uscita mediante connettori a pressione completi di cavetto, in modo che l'insieme di tutti questi elementi venga a costituire un tutto unico con la tessera stessa e possa essere facilmente spostabile così da realizzare effettivamente la caratteristica di mobilità propria del quadro. Sempre per assicurare la mobilità del mosaico, le tessere devono mantenere inalterate nel tempo sia il colore che le dimensioni. Sotto questo punto di vista i mosaici costituiti da materiale sintetico lasciato al suo colore naturale, presentano le migliori caratteristiche.

« Per quando riguarda la tensione di alimentazione degli organi del quadro è opportuno che essa non superi i 60 V in quanto, benchè isolati per 2 o più kV, i quadri sono fondamentalmente concepiti per correnti deboli sia per motivi di sicurezza del personale che per motivi tecnici; occorre perciò prevedere dei relè intermedi.

« Possono tuttavia essere usati, in quadri a mosaico, alcuni organi a corrente forte o adottando mosaici con tessere di dimensioni sufficientemente grandi oppure inserendo tali organi con elementi particolari, interrompendo anche il telaio portante, come d'altronde si fa per gli strumenti di misura; anche in questo caso però è opportuno che gli organi siano in numero limitato.

« In merito all'introduzione di strumenti indicatori sul quadro, l'Autore esprime il parere che questa tecnica sia da evitarsi per quanto possibile e ciò tanto per ragioni estetiche che di costo. Le dimensioni delle tessere, normalmente quadrate, offerte dal mercato, sono comprese tra 12 e 100 mm; per stazioni di distribuzione però i tipi più grandi non sono normalmente usati per i motivi di riduzione di ingombro già ricordati.

« Viene infine accennato alla convenienza dell'applicazione dei quadri a mosaico, a carico dei quali deve essere imputato il costo dei relè intermedi. Secondo l'Autore, mentre non esistono dubbi sulla convenienza del loro uso per quadri di telecomando sia per la possibilità e facilità di ampliamento e modifiche, sia perchè si ha già a che fare con correnti deboli, congeniali quindi con gli organi da inserire nel quadro, un'affermazione altrettanto decisa non è fatta per i quadri di comando locale, per i quali vanno esaminati di volta in volta i singoli casi.

« Si può comunque dire in generale che vi è convenienza ad utilizzare quadri a mosaico in stazioni che debbano essere teleco-

mandate ovvero si prevede che lo saranno in quanto in questi casi sono già esistenti o previsti i relè intermedi.

« Nella *memoria* A.h.16 di G. FRATE sono esaminate le caratteristiche che deve avere l'aria compressa per venire utilizzata in stazioni ad alta ed altissima tensione come mezzo dielettrico per l'isolamento e la deionizzazione dell'arco (interruttori ad aria compressa). È infatti questa applicazione che fissa le caratteristiche dell'aria usata ed in particolare il contenuto d'acqua.

« Infatti un'aria che permetta delle condense o semplicemente delle nebbie provoca diversi inconvenienti tra i quali i principali sono:

— scariche superficiali;

— corrosione dei materiali metallici per azione chimica;

— azione catalizzante nei processi di polimerizzazione delle guarnizioni;

— modifica del campo elettrico naturale dell'apparecchio.

« L'umidità non influisce invece apprezzabilmente nè sul potere deionizzante dell'aria nè sul potere isolante specifico del mezzo.

« L'Autore, stabilito che l'aria non deve presentare condense a zero gradi, calcola che il contenuto massimo di umidità deve risultare inferiore a 0,28 g/Nm^3 ed a 0,18 g/Nm^3 rispettivamente per 16 kg/cm^2 e per 25 kg/cm^2; questo campo di pressioni è attualmente il più usato nelle apparecchiature elettriche.

« I sistemi classici per ottenere aria con l'umidità inferiore ai valori sopra esposti sono:

— comprimere a media pressione (35 kg/cm^2), raffreddare fortemente (+ 3 °C) e poi riportare alla temperatura ambiente;

— comprimere ad alta pressione (150 kg/cm^2), raffreddare a temperatura ambiente e laminare, cioè espandere alla pressione di utilizzazione;

— comprimere a media pressione e far assorbire il vapore da sali igroscopici; eventualmente espandere a pressione più bassa.

« Supponendo che la temperatura iniziale dell'aria sia di 40 °C (massimo valore ammesso dalle norme), solo il primo dei tre sistemi ricordati dà la sicurezza di raggiungere lo scopo; gli altri due sistemi presentano alcune limitazioni.

« Viene quindi rilevato come la percentuale di umidità contenuta nell'aria è in generale superiore a quella teorica risultante dalle condizioni di pressione e temperatura in quanto è assai frequente l'esistenza di nebbie in sospensione.

« Vengono poi esaminati i singoli componenti dell'impianto come compressori, valvole, essiccatori, serbatoi, quadri di comando, in modo da indicarne gli elementi per la loro scelta ed ordinazione e vengono forniti i criteri di calcolo e dati sperimentali, dedotti da misure su impianti costruiti e in esercizio da anni, per un corretto dimensionamento dei compressori e della rete di distribuzione.

« Infine vengono dati alcuni consigli per la messa in servizio dell'impianto e viene eseguita un'analisi economica fornendo elementi di confronto per i prezzi.

« Nella *memoria* A.h.17 di G. SICCONI - G. CELLI vengono illustrate alcune soluzioni atte ad assicurare la disponibilità dell'energia ausiliaria negli impianti elettrici ed in particolare nelle stazioni primarie di distribuzione.

« L'esigenza di migliorare sempre di più la qualità del servizio, la sempre più accentuata tendenza all'esercizio centralizzato delle reti elettriche, con conseguente creazione di posti centrali di telecomando, telecontrollo e telemisura, l'aumentata potenza necessaria in emergenza ed il tempo praticamente illimitato per cui ne è richiesto il funzionamento, sono indicate dagli Autori come le cause principali che in questi ultimi anni hanno comportato la necessità di rivedere la tecnica delle macchine e delle apparecchiature destinate a garantire una sicura e continua disponibilità della energia ausiliaria. La soluzione tradizionale con raddrizzatore e batteria di riserva può inoltre non risolvere soddisfacentemente il problema quando la eterogeneità e la quantità delle apparecchiature da alimentare consiglino di usare in emergenza la stessa tensione che le alimenta normalmente, cioè la tensione alternata. In questi casi (potenze in emergenza elevate, lungo tempo di funzionamento, eterogeneità delle apparecchiature da alimentare) vi è la tendenza ad impiegare gruppi rotanti con motore primo a combustione interna, eliminando le batterie o riducendone il dimensionamento.

« Questi gruppi infatti consentono un funzionamento praticamente illimitato nel tempo e sono in grado di erogare potenze unitarie elevate, risultati questi che non possono essere uguagliati a parità di altre caratteristiche, dalle batterie tradizionali se non con oneri economicamente insostenibili.

« La soluzione con gruppi rotanti, pur richiedendo un locale apposito, riduce lo spazio necessario per il servizio da essi compiuto e contribuisce a semplificare notevolmente l'impianto elettrico nelle stazioni in quanto in emergenza viene utilizzato lo stesso tipo di energia dell'alimentazione normale. Le soluzioni, delle quali gli Autori illustrano le caratteristiche principali, e che in questi ultimi anni hanno trovato applicazione raggiungendo un notevole grado di sicurezza e di affidamento sono:

a) gruppi elettrogeni con motore Diesel: interruzione del servizio 6÷8 s, precisione della tensione ± 2,5 %, precisione della frequenza ± 3 %;

b) gruppi volanici di pronto intervento con motore Diesel: interruzione del servizio 0,2÷0,5 s, precisione della tensione in regime statico ± 2 %, in regime dinamico ± 2 %; precisione della frequenza in regime statico — 2 %, in regime dinamico — 6 %;

c) gruppi volanici di continuità assoluta con motore Diesel: precisione uguale a quella della soluzione *b*);

d) gruppi di continuità assoluta in collegamento con una batteria stazionaria: precisione della tensione in regime statico ± 2 %, in regime dinamico ± 2 %; precisione della frequenza in regime statico ± 1 %, in regime dinamico ± 5 %;

e) gruppi volanici di continuità assoluta con motore Diesel e macchina sincrona a funzionamento alternativamente come motore e come generatore: precisione della tensione in regime statico ± 2 %, in regime dinamico — 20 %; precisione della frequenza in regime statico — 2 %, in regime dinamico — 6 %;

f) gruppi di continuità senza motore Diesel: precisione della tensione ± 2,5 %, precisione della frequenza in regime statico ± 0,5 %, in regime dinamico ± 2 %.

« Come si vede le soluzioni differiscono tra loro per il diverso valore del tempo di interruzione del servizio (fino a giungere alla continuità assoluta) e per gli scarti conseguibili nel valore della frequenza e della tensione.

« Nel caso di gruppi di potenza relativamente modesta, il cui funzionamento, entro limiti assai ristretti di tolleranza per la tensione e la frequenza, deve essere di durata non eccessivamente lunga (7 min), si può ricorrere a gruppi di continuità alimentati da batterie. Questa soluzione è particolarmente adatta per l'alimentazione dei centri calcolatori.

« Il contenuto delle memorie in discussione suggerisce alcune considerazioni di un certo interesse che ritengo possano offrire qualche utile spunto per la discussione.

« II.1. - La tecnica del decentramento delle apparecchiature bassa tensione diviene tanto più interessante quanto maggiore è la distanza installazione-quadro ed il grado di complessità degli automatismi.

« Inoltre il vantaggio della riduzione della cavetteria conseguente al decentramento non consiste solo nel minor costo dei cavetti ma anche nel minor costo delle tavolette porta cavetti, dei cunicoli o pozzi relativi, della mano d'opera per la posa, ecc. nonchè nel minor ingombro dei locali smistamento cavetti, l'importanza di questo ultimo elemento dipendendo da impianto a impianto. I presenti, in particolare gli Autori, possono dare qualche utile notizia in merito a questo punto con riferimento particolare al tipo di impianti ricordati nella memoria A.h.14?

« II.2. - In caso di telecomando i relè intermedi correnti forti/correnti deboli, necessariamente presenti, è meglio siano inseriti in un apposito armadio oppure nei complessi citati nella memoria A.h.14? Qual'è il parere dei presenti su questo punto?

« II.3. - Sempre con riferimento alla memoria A.h.14, quando il numero di partenze è elevato, come può aversi nella media tensione, può divenire interessante, anche con distanze non molto elevate, in funzione dell'importanza dell'impianto e del modo con cui è esercito (presidiato o telecomandato), adottare la tecnica della chiamata di montante, attrezzando il quadro di comando con un solo montante tipo. Si potrebbe in questo caso pensare di installare le apparecchiature bassa tensione e quelle di selezione in un unico armadio posto vicino all'installazione media tensione relativa, inviando al quadro di comando solamente pochi cavetti.

« Qual'è il parere o l'esperienza dei presenti su questo punto?

« II.4. - Con riferimento alla memoria A.h.15 quali opinioni esistono sull'opportunità tecnico-economica di utilizzare, sia pure con alcune limitazioni di entità variabile da caso a caso, nei quadri a mosaico tessere attive nelle quali possano essere posti più organi?

« II.5. - Con riferimento alla memoria A.h.15 l'inserzione degli strumenti di misura sul quadro di comando può risultare "funzionale", nel senso che lo strumento può essere posto vicino al punto dello schema al quale si riferisce la misura. Pensano i presenti che questo vantaggio possa giustificare in alcuni casi il maggior costo dell'esecuzione?

« II.6. - Quali possono essere gli oneri di esercizio (energia, manutenzione, ecc.) rispetto al costo dell'impianto desumibili dalla

esperienza di conduzione dei tre tipi di impianto illustrati nella memoria A.h.16?

« II.7. - I campi di temperatura citati nella memoria A.h.16 per stabilire l'impiego migliore dei vari tipi di impianto nel caso di consumi di aria notevoli rispetto al volume totale dei serbatoi vanno riferiti alle variazioni nella giornata o in pochi giorni. Nel caso che queste variazioni fossero piuttosto lente e limitate entro 20 °C nella giornata non potrebbe divenire conveniente l'uso di compressori ad alta pressione, anche con temperatura max di 40 °C?

« II.8. - Per evitare condense a 0 °C è stato calcolato nella memoria A.h.16 un contenuto di umidità dell'aria inferiore a 0,28 g/Nm³ per 16 kg/cm² ed inferiore a 0,18 g/Nm³ per 25 kg/cm².

« Questi valori si riferiscono all'utilizzazione "tradizionale" dell'aria, cioè per il comando di sezionatori e come mezzo di estinzione negli interruttori ad aria compressa.

« Nel caso invece l'aria sia utilizzata come mezzo isolante (vedi quadri blindati ad AT isolati in aria compressa) è necessario raggiungere contenuti di umidità assai più ridotti. Possono i presenti indicare con quali mezzi sia più conveniente ottenere questo risultato?

« II.9. - Nella memoria A.h.16 viene sottolineata la necessità di una scelta tra valvole a parzializzazione e valvole a tutto o niente.

« Non è invece auspicabile una coesistenza tra i due tipi chiamati a svolgere compiti diversi? (Le valvole di parzializzazione possono essere considerate valvole di sicurezza).

« II.10. - Nella memoria A.h.17 è stato accennato alla maggior convenienza in alcuni casi della soluzione con motore Diesel rispetto alla soluzione tradizionale con batterie ed eventualmente invertitori.

« Sarebbe interessante sapere quali sono i campi specifici di impiego delle due soluzioni ed avere qualche dato quantitativo, oltre che qualitativo.

« II.11. - Nel caso *b*) della memoria A.h.17 si ha una breve interruzione (dell'ordine di 0,4 s) dell'alimentazione delle utenze. Come si comportano il gruppo generatore ed i motori asincroni presenti alla richiusura che può essere in opposizione di fase? Vi è qualche limitazione nella potenza di motori asincroni da installare?

« II.12. - Può l'Autore fornire alcune indicazioni sulla convenienza delle varie soluzioni illustrate nella memoria A.h.17 in funzione della potenza richiesta?

ALLEGATO R3

« Nella *memoria* A.h.18 di G. Frate - C. Stivanello vengono esaminate le sollecitazioni dinamiche che possono presentarsi nelle strutture degli apparecchi (interruttori e sezionatori) destinati a stazioni elettriche ad alta ed altissima tensione.

« Viene rilevato che queste strutture sono generalmente dimensionate sulla base di soli calcoli statici mentre l'esistenza di sollecitazioni impulsive può dare origine a vibrazioni elastiche, più gravi nei casi di abbinamento di due strutture elastiche, quali apparecchio e supporto, unito all'aumento dell'altezza degli apparecchi con l'aumento della tensione di esercizio e con essa l'aumento del grado di snellezza.

« Le sollecitazioni vengono classificate dagli Autori in due tipi, chiamate rispettivamente di natura interna (manovre di apertura e chiusura negli interruttori e nei sezionatori) ed esterna (azioni sismiche trasmesse dal terreno di fondazione ed azione del vento), che si differenziano fra loro essenzialmente per il diverso valore del rapporto tra la durata dell'evento ed il tempo proprio di oscillazione della struttura, piccolo nel primo caso, grande nel secondo.

« I problemi posti alla base della ricerca sono la determinazione della:

a) legge dinamica delle sollecitazioni;

b) grandezze che determinano la risposta alla struttura.

« Nel caso di sollecitazioni di origine interna le leggi dinamiche sono caratteristiche di ogni singolo apparecchio e delle manovre eseguite, mentre nel caso di sollecitazioni di origine esterna esse sono variabili da zona a zona e da periodo a periodo.

« Per quanto riguarda il punto *b*), la risposta della struttura è determinata dai periodi propri di oscillazione, corrispondenti ai diversi modi di vibrazione della struttura stessa ed al suo grado di smorzamento; tali grandezze sono legate alle dimensioni geometriche, alla distribuzione delle masse ed ai moduli di elasticità dei materiali usati.

« Richiamati gli studi già eseguiti in proposito ed indicate le possibili vie verso le quali orientare la ricerca, gli Autori propongono un modello matematico semplificato di struttura che si presta ad un'analisi relativamente facile. Schematizzata la struttura di un interruttore ad aria compressa a due colonne ed a quattro camere di estinzione con un sistema oscillante ad un grado di libertà se appoggiato a terra, a due gradi di libertà se posto su cavalletto e in generale ad "n" gradi di libertà, giungono, attraverso l'analisi della equazione differenziale che disciplina la dinamica dell'oscillatore semplice, ad un diagramma utile per il dimensionamento e la verifica di strutture reali. L'esame di strutture a più gradi di libertà presenta notevoli difficoltà, difficilmente superabili con metodi semplici. La verifica alle sollecitazioni di origine interna può essere fatta sperimentalmente ed è possibile valutare il grado di sicurezza della struttura in esame con l'aiuto del diagramma riportato nella memoria.

« Per quanto riguarda la risposta alle sollecitazioni sismiche viene messo in evidenza come lo spettro di risposta dell'oscillatore semplice sia simile per i vari terremoti e pertanto possa essere definito, mediante un coefficiente, sulla base dello spettro di un terremoto ideale. Ciò permette di calcolare la funzione "Sv", spettro di risposta di velocità massima per il "terremoto ideale", dal quale, con semplici calcoli, si ricavano le sollecitazioni massime di una struttura.

« Viene infine auspicata la formazione di una commissione di studio in sede AEI per la raccolta dei dati necessari e per la definizione di uno spettro normalizzato di sollecitazione (terremoto ideale analogo al fulmine ideale) al quale riferire i calcoli delle apparecchiature nonchè le prove di tipo e la procedura di verifiche e collaudi e si sottolinea l'importanza di proseguire lo studio di questo problema sia per la parte teorica sia per le prove dirette su apparecchi reali.

« La memoria A.h.18 ha in sè numerosi argomenti che si prestano per una discussione lunga ed approfondita; ci si limita qui ad esporne solo alcuni:

« III.1. - Nel caso dell'accoppiamento interruttore-cavalletto di sostegno non sarebbe opportuno che i costruttori dell'interruttore curassero essi stessi l'esecuzione del cavalletto o dessero precise disposizioni per la sua costruzione?

« III.2. - Come possono essere eseguite le misure dirette su modelli nel caso di strutture a più gradi di libertà?

TEMA B
COMUNICAZIONI CONTINENTALI
A MEDIA E BREVE DISTANZA (FINO A 2 500 km)

Gruppo a) *Reti locali*

Relatore: L. Amitrano

ALLEGATO S1

« Il costo delle reti di distribuzione telefonica rappresenta normalmente più del 50 % del costo totale dell'impianto telefonico e, pertanto, ogni risparmio possibile in queste reti costituisce un importante fattore dell'economicità generale dell'impianto.

« Si può agire, quindi, con esito economicamente assai favorevole per il contenimento del costo totale dell'impianto e del relativo esercizio sulla progettazione delle reti, sul miglioramento delle relative caratteristiche elettriche, sulla maggiore utilizzazione delle reti stesse, sull'unificazione dei tipi di cavi impiegati, sulla protezione degli impianti ed anche sui provvedimenti preventivi e conseguenti ad alluvioni e terremoti.

« Questi in sostanza sono gli argomenti trattati dalle nove memorie presentate sulle reti locali.

« Tali memorie possono suddividersi nei seguenti gruppi:

I - progettazione delle reti e problemi dell'unificazione dei cavi urbani: memorie B.a.02, B.a.03, B.a.07;

II - miglioramento delle caratteristiche di trasmissione delle reti urbane e settoriali: memorie B.a.05, B.a.09;

III - maggiore utilizzazione delle reti: memorie B.a.04, B.a.08;

IV - protezioni ed interventi speciali sulle reti: memorie B.a.06, B.a.01.

B.a.02 R. Pironti: *Schematizzazioni elementari di impianti telefonici: analisi dei costi.*

« La memoria prende in esame i costituenti tipici degli impianti telefonici urbani e, attraverso lo studio del comportamento di alcuni schemi ridotti all'essenziale, ne analizza i costi ai fini di un primo orientamenti nella progettazione delle reti nei centri abitati.

« L'utenza di un centro abitato tende progressivamente ad estendersi e addensarsi, variando continuamente la propria configurazione.

« Anche l'impianto, per seguire (o meglio per precedere) l'utenza, deve variare nel tempo, ma con legge diversa e discontinua, passando attraverso configurazioni successive.

« Il problema generale, quindi, consisterebbe nello stabilire, ipotizzata in un determinato intervallo di tempo una legge di accrescimento dell'utenza, la serie più economica di configurazioni successive dell'impianto e i tempi più adatti per le corrispondenti realizzazioni.

« Posto in questi termini, il problema risulta notevolmente complesso e per la relativa soluzione (non trattata nella memoria) è indispensabile procedere preventivamente alla rassegna di tutte le configurazioni che l'impianto può assumere ricorrendo a schemi per quanto possibili semplici e rappresentativi ed analizzare i costi indipendentemente dalla reale convenienza della loro realizzazione e dai tempi più opportuni per la realizzazione stessa.

« L'autore esamina i costi relativi all'impianto di una rete monocentrica e quelli relativi all'impianto di una rete policentrica facendo alcune ipotesi semplificative.

« Per i tipi di impianto esaminati si è trovata la formula del costo globale dell'impianto completo e quella del costo medio unitario, nonchè il minimo costo medio unitario e la dimensione ottima dell'impianto e gli scostamenti dalla dimensione ottima che consentono di valutare quantitativamente i vantaggi od anche le conseguenze negative in caso di scostamenti.

« L'Autore, infine, fornisce, in via di prima approssimazione ed omettendone la giustificazione, i costi ed i valori medi dei coefficienti da applicare ai parametri base per ottenere costi e parametri più adatti a rappresentare la realtà.

« È uno studio analitico assai interessante perchè tende a fornire formule matematiche atte ad orientare, sia pure in linea di massima, i responsabili della progettazione delle reti.

« Rimane in sospeso la determinazione della serie più economica di configurazioni successive di un impianto e dei corrispondenti tempi di realizzazione.

« Quando prevede l'ing. Pironti di dare una definitiva risposta alla parte ancora in sospeso, che è poi la più interessante?

« Sarebbe, inoltre, gradito qualche cenno di convalida della accettabilità delle seguenti ipotesi fatte che — cioè — i costi degli elementi di impianto siano rappresentabili da funzioni lineari che caratterizzano l'utenza, che siano costanti i diametri dei conduttori della rete primaria e di quella di giunzione e che sia costante la densità dell'utenza.

B.a.03 A. Luchino - U. Riva: *Confronti di reti telefoniche urbane policentriche e criteri per la loro strutturazione di massima.*

« L'attuale strutturazione delle reti urbane policentriche richiede la determinazione di modelli teorici sempre più complessi ed onerosi; essa parte da considerazioni di carattere previsionale, economico, tecnico e funzionale ed in particolare dai dati dello sviluppo dell'utenza, suddivisi per le aree elementari.

« Si tratta di onerose analisi con incertezze crescenti al diminuire della superficie delle aree elementari.

« Le relazioni economiche sono lo strumento per minimizzare i costi attuali totali, che comprendono i costi di primo impianto, degli ampliamenti successivi, di rinnovamento per obsolescenza e di manutenzione.

« Il numero degli elementi da ponderare per giungere alla soluzione ottimale è molto elevato. Gli schemi attualmente proposti con impiego di elaboratore tendono all'essenziale. In questo studio semplificato è stato, comunque, raggiunto un notevole risultato, in quanto è stata evidenziata una zona di ottimo economico abbastanza ampia.

« Questa osservazione ed il criterio di considerare le reti esistenti come il risultato di ponderate analisi economiche hanno suggerito l'idea di operare confronti pratici fra le ricerche teoriche e le reti esistenti.

« I risultati dell'analisi su reti reali possono essere ritenuti validi partendo dal presupposto che le tecniche di commutazione e di rete siano abbastanza stabili e che il rapporto dei vari costi unitari non subisca apprezzabili variazioni.

« Nella memoria su un grafico vengono riportati per ogni centrale:

— in ascissa, il valore progressivo dell'area media, cioè il rapporto fra i dati progressivi di superficie ed il numero progressivo delle centrali, ordinate secondo i valori decrescenti della loro densità d'utente;

— in ordinata, il valore progressivo della densità di linee di utente, cioè il rapporto tra il numero di linee d'utente e la superficie servita in km².

« Affinchè il confronto fra due reti urbane policentriche sia completo, occorre che esso venga fatto sia sulle curve che rispecchiano la situazione reale ad una certa data, sia sulle curve deducibili da previsioni di sviluppo a 20 o a 30 anni.

« Dall'esame di sei di tali grafici riportati nella memoria si rileva, fra l'altro, che le irregolarità della curva rappresentativa di una rete, a un dato momento, richiedono verifiche in loco per accertarne le cause e che il proporzionamento medio di una rete può essere effettuato di larga massima, assumendo come pilota la curva del relativo raggruppamento e ricavandone il numero delle centrali attraverso le densità medie delle aree.

« Al riguardo sarebbe interessante conoscere fino a che punto il metodo del confronto può fornire "a priori" criteri pratici di progettazione, oltrecchè il numero delle centrali ed il criterio con cui sono stati scelti i raggruppamenti di reti.

B.a.07 G. A. Cuttica - P. L. Ballesio: *Cavi telefonici urbani - Problemi di unificazione e di miglioramento qualitativo.*

« Uno studio condotto dalla SIP sull'impiego dei cavi urbani nel periodo compreso dal 1961 al 1966 ha fatto rilevare che le ordinazioni in tale periodo hanno interessato ben 95 famiglie di cavi, mentre nel 1967 sono risultati ordinati tipi di cavi urbani appartenenti a 56 famiglie diverse, con una diminuzione del 41 % rispetto ai dati relativi al periodo 1961÷1966. L'eliminazione di ben 39 famiglie di cavi denuncia l'esistenza di problemi d'impiego che vanno risolti per poter realizzare una radicale normalizzazione dei tipi di cavo, che comporterà favorevoli ripercussioni anche nella gestione dei magazzini.

« Il lavoro di normalizzazione occorre che si sviluppi in due successive fasi, di cui la prima preveda l'unificazione delle famiglie dei cavi e la seconda la unificazione dei diametri dei conduttori e della potenzialità dei cavi.

« Attualmente è in pieno sviluppo la prima fase, che tiene conto degli studi tecnico-economici e delle esperienze suggerite dall'esercizio delle reti urbane e dai progressi tecnologici.

« Per i cavi plastici i miglioramenti qualitativi interessano essenzialmente le caratteristiche d'isolamento, che possono essere migliorate aumentando l'impermeabilità delle guaine e, quindi, creando una più efficiente separazione fra l'ambiente esterno e l'ambiente interno del cavo oppure migliorando le caratteristiche del rivestimento isolante del singolo conduttore, rendendolo idoneo a mantenere l'isolamento anche in presenza di acqua e lasciando alla guaina esterna sostanzialmente le funzioni meccaniche di supporto e di protezione.

« Sono, inoltre, in via di perfezionamento tecniche di giunzione che prevedono l'impiego di tubetti termorestringenti a copertura dello spiralino di giunzione, in modo da ripristinare la continuità della protezione isolante su tutto il conduttore.

« Altra prospettiva futura di miglioramenti qualitativi è l'impiego di polietilene ad alta densità nelle guaine che consentirà una migliore impermeabilità e l'ottenimento di un carico di rottura a trazione di 220÷385 kg/cm² mentre per il PTH a bassa densità tale carico si aggira intorno ai 70÷160 kg/cm².

« In tema di revisione delle famiglie di cavi plastici un sensibile progresso è stato compiuto con l'esclusione dalle ordinazioni dei cavi autoportanti per gli aspetti negativi del loro impiego.

« Per i cavi a quarte in piombiplasto attualmente sono allo studio i seguenti 3 principali problemi: aumento dello spessore del piombo nei tipi nudi e armati, scelta delle leghe di piombo e sostituzione della guaina di PVC con guaina di PTH nei tipi armati. L'aumento dello spessore della guaina di piombo migliora molto la resistenza dei cavi, ne aumenta l'effetto schermante e, in definitiva, ne riduce i costi di manutenzione.

« Si può, pertanto, prevedere che i cavi sottopiombo dovrebbero ridursi ai tipi da 50 e da 100 coppie per la costruzione dei raccordi ai testarmadi ed al tipo da 200 coppie per il raccordo muffole-permutatore nei casi in cui non possono essere impiegati i nuovi cavi PVC/PVC.

« Nel rilevare l'importanza e la complessità dello studio intrapreso, sarebbe gradito che fossero maggiormente precisati i motivi che hanno orientato la ricerca dei miglioramenti dei cavi plastici verso l'eliminazione delle falle nei singoli conduttori.

« Inoltre, per quanto riguarda i miglioramenti delle caratteristiche dei cavi, si pensa di munire tutti i cavi con isolamento cartaaria secca, di futura ordinazione, di una coppia o di una bicoppia in polietilene per favorire la localizzazione dei guasti?

ALLEGATO S2

B.a.05 E. Covino: *Impiego degli amplificatori ad impedenza negativa e della pupinizzazione nelle reti telefoniche urbane e settoriali.*

« È noto che per ottenere il massimo guadagno possibile nelle reti telefoniche urbane e settoriali si può far ricorso all'impiego di amplificatori ad impedenza negativa o alla pupinizzazione dei cavi.

« L'Autore esamina la costituzione ed il funzionamento base dell'amplificatore ad impedenza negativa, ricordando che il bipolo attivo può essere inserito in serie o in parallelo al circuito da

amplificare e che col bipolo in serie si ottiene il maggior guadagno alle frequenze da 300 a 2 000 Hz circa, mentre col bipolo in parallelo si ottiene un maggior guadagno alle frequenze superiori a 1 000 Hz circa.

« I migliori risultati si ottengono associando un bipolo tipo serie con un bipolo tipo parallelo, realizzando così un amplificatore ad impedenza negativa a quadripolo che unisce alla equalizzazione della caratteristica equivalente-frequenza, il più elevato guadagno ad 800 Hz, compatibile con la stabilità del sistema.

« Gli amplificatori ad impedenza negativa possono essere inseriti sia agli estremi del circuito che in posizione intermedia, con riduzione dell'equivalente di trasmissione a 800 Hz rispettivamente a metà e ad un terzo del suo valore.

« L'impiego dei semiconduttori ha permesso la realizzazione di apparecchiature con esiguo consumo di energia, con limitato ingombro e con elevata stabilità delle caratteristiche nel tempo.

« Nei cavi di giunzione urbana e settoriale è usata anche la pupinizzazione con sezioni a "T" con cariche poste esclusivamente sui circuiti reali, aventi una induttanza di 44 mH, 66 mH o 88 mH.

« Il passo nominale di pupinizzazione è di 1 830 m e le frequenze di taglio alle predette induttanze di 44 mH, 66 mH, 88 mH sono rispettivamente 5 800 Hz, 4 800 Hz e 3 900 Hz.

« La pupinizzazione offre il vantaggio di ridurre l'equivalente di trasmissione e di equalizzare la caratteristica equivalente-frequenza sull'intera banda trasmessa.

« Essa, peraltro, presenta i noti aspetti negativi che contribuiscono spesso a limitare l'impiego.

« Al riguardo sarebbe gradita qualche indicazione di carattere economico sull'impiego degli amplificatori a Zn e della pupinizzazione.

B.a.09 F. Bigi - S. Buzzelli - V. Montanari: *Realizzazioni di giunzioni preferenziali con sistemi a basso equivalente per le comunicazioni interurbane nelle grandi reti urbane.*

« L'avvento dei sistemi digitali a basso costo, a basso equivalente e capaci di sfruttare portanti con caratteristiche di trasmissione nettamente inferiori a quelle occorrenti per i normali sistemi FDM, ha riproposto l'impiego delle alte frequenze nell'ambito delle giunzioni urbane.

« L'impiego delle alte frequenze su cavo si presenta particolarmente allettante nelle reti di giunzione soprattutto per la relativa indipendenza delle loro caratteristiche tecniche dalla lunghezza dei collegamenti da realizzare almeno nell'ambito urbano.

« Per lungo tempo l'impiego nell'ambito urbano dei sistemi in alta frequenza di tipo tradizionale è stato limitato a causa del costo che risultava nettamente superiore a quello dei cavi pupinizzati o utilizzanti amplificatori ad impedenza negativa.

« Negli ultimi anni si è però manifestata una decisa tendenza all'aumento dei costi dei mezzi tradizionali dovuto soprattutto all'aumentato costo delle materie prime occorrenti per la produzione dei cavi ed all'aumento del costo della mano d'opera, che si ripercuote in un aumento dell'onere relativo alla posa ed alla giunzione dei cavi.

« In contrapposto si è avuta una lenta diminuzione dei costi dei circuiti in alta frequenza, dovuta all'evoluzione delle tecniche costruttive dei sistemi a frequenze portanti e, soprattutto negli ultimi anni, alla comparsa sul mercato dei primi sistemi commerciali con modulazione di impulsi a codice.

« Per i suddetti motivi dalle ditte costruttrici si è previsto per l'avvenire un impiego assai vasto dei sistemi in a.f. sui cavi di giunzione urbana. Tale impiego, peraltro, rimane ovviamente collegato al rilievo dei dati obiettivi della rete, di cui un esempio è illustrato nell'articolo.

« Per i collegamenti con i nuovi insediamenti residenziali e industriali risulta già ora conveniente connettere direttamente le centrali satelliti alla centrale principale con sistemi in alta frequenza; al più si può prevedere su queste direttrici una graduale sostituzione dei sistemi FDM con sistemi PCM.

« Gli Autori non hanno fatto considerazioni economiche, mentre talvolta sono proprio i motivi economici che fanno scegliere la soluzione ottimale fra alta e bassa frequenza.

« Poichè l'articolo si limita all'esame di una sola grande rete urbana italiana sarebbe auspicabile l'estensione dello studio alle reti delle maggiori città italiane per ricavare dati più probanti in campo nazionale.

« È sperabile un seguito delle memorie in tal senso?

ALLEGATO S3

B.a.04 G. Tamburelli - G. Veglio: *Concentratori di traffico elettronici a divisione di tempo.*

« Vengono descritti due concentratori di traffico elettronici a divisione di tempo, realizzati e favorevolmente sperimentati presso il CSELT (Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni del Gruppo STET). In uno di essi la commutazione a divisione di tempo avviene soltanto nei due terminali, mentre il segnale fonico viene trasmesso nella forma analogica e cioè in B.F. sulla linea di giunzione fra i due terminali. Nell'altro tipo di concentratore i due terminali con commutazione a divisione di tempo sono collegati mediante canali PCM.

« Il *concentratore con terminali PAM* e linee a frequenza vocale è costituito essenzialmente da 1 generatore di impulsi, da 2 selettori elettronici e da 3 memorie.

« I due generatori delle due unità del concentratore vengono mantenuti in sincronismo mediante impulsi inviati attraverso la linea di servizio.

« Il primo selettore elettronico, che è comandato dal generatore e dispone di 10 uscite, genera gli impulsi di apertura della parte di campionamento.

« Poichè il campionamento deve avvenire con una frequenza almeno doppia di quella massima, per trasmettere una banda fino a 4 kHz, il generatore deve produrre 80 000 impulsi al secondo.

« Il secondo selettore elettronico, comandato dal primo selettore elettronico, dispone di tre uscite, una per ogni linea di giunzione. La durata dell'impulso su un'uscita di questo selettore è pari al tempo di esplorazione di tutti gli utenti da parte del primo selettore elettronico e cioè il secondo selettore elettronico avanza di un passo per ogni ciclo del primo selettore che vale tanti impulsi quanti sono gli utenti.

« Nel secondo *tipo di concentratore di traffico PCM*, volendo collegare i due terminali mediante tre canali PCM, occorre operare la concentrazione nel tempo: è necessario cioè multiplare nell'intervallo di campionatura solo i tre utenti che sono riusciti ad impegnare i tre canali disponibili.

« A tal fine è stato studiato un dispositivo detto per semplicità "selettore a passo variabile" che realizza questa concentrazione nel tempo.

« I concentratori elettronici a divisione di tempo descritti nella memoria, se opportunamente equipaggiati, possono svolgere anche i servizi speciali di utente (utenti duplex, filodiffusione, teletaxe, telealimentazione).

« Da una prima analisi effettuata risulta che entrambi i predetti concentratori potrebbero avere un proprio campo di applicazione. Infatti il concentratore con linee di giunzione in B.F. permette di conseguire la massima economia, mentre il concentratore PCM fornisce un più elevato numero di linee di giunzione a parità di coppie impiegate.

« Sarebbe gradito che gli Autori di questa assai interessante ed originale memoria fornissero qualche indicazione sui principali vantaggi tecnici che i concentratori elettronici presentano rispetto ai concentratori elettromeccanici convenzionali.

B.a.08 S. Barbieri: *Prestazioni e servizi complementari su linee di utente.*

« Le prestazioni ed i servizi complementari su linee di utente riguardano *servizi telefonici normali*, con trasmissione della voce, ad utenti particolari e *servizi non telefonici* che utilizzano il collegamento telefonico per la trasmissione di segnali elettrici per scopi vari.

« Al primo gruppo appartengono i noti apparecchi adibiti a servizio pubblico e gli apparecchi telefonici per uso speciale (apparecchi stagni; apparecchi telefonici antideflagranti; apparecchi per chiamata taxi, ecc.).

« Il secondo gruppo, invece, comprende la trasmissione dati, le segnalazioni di richiesta di soccorso, per chiamata polizia, i telecomandi e le telesegnalazioni; la filodiffusione.

« La trasmissione dei segnali può venire *in alternativa* ad un normale servizio telefonico (ossia adibendo i relativi doppini di utente in modo permanente o temporaneo al solo servizio complementare) oppure *in contemporaneità* al servizio telefonico. Nel primo caso si utilizza la stessa banda telefonica, mentre nel secondo caso si deve utilizzare una banda diversa.

« I servizi di trasmissione dati riguardano la utilizzazione dei circuiti telefonici per la trasmissione di informazioni destinate a complessi di elaborazione e codificate sotto forma di impulsi e possono essere realizzati attraverso una rete commutata oppure con reti fisse. Nel secondo caso si possono avere: linee dirette, individualmente connesse all'organo d'ingresso all'elaboratore; linee dirette con concentratore, quando parecchie linee convergono in un unico collegamento con l'elaboratore, tramite un complesso capace di memorizzare e successivamente di ritrasmettere i messaggi, modificandone la velocità di invio; linee dorsali con derivatori (collegamento ad albero, i cui terminali agiscono uno per volta) e linee dorsali con concentratori.

« Il servizio di segnalazione per richiesta di soccorso e di emergenza richiede la generazione e l'inoltro della segnalazione, il riconoscimento del tipo di soccorso richiesto nonchè l'identificazione del posto dal quale proviene la segnalazione stessa. I posti di ricezione vengono chiamati componendo il n. 113, uniforme per tutta la rete nazionale.

« Il servizio di segnalazione di allarme nei casi di rapine, di furti ecc. viene realizzato mediante linee cedute in affitto oppure mediante normali linee telefoniche a cui viene sovrapposta la segnalazione a frequenza super-audio.

« L'utilizzazione dei segnali trasmissibili sulle linee telefoniche può essere prevista anche per scopi particolari, ad esempio, per il telecomando di emissione automatica di dati da parte di dispositivi parlanti (raggiungibili telefonicamente) destinati a seguire situazioni variabili (quotazioni di borsa, notizie metereologiche, ecc.) oppure a controllare le condizioni di pericolosità (livelli di acqua, esistenza di incendi, ecc.) e per la filodiffusione.

« Sarebbe interessante conoscere a quale punto sono gli studi sulla normativa tecnica per la realizzazione di impianti di allarme e di segnalazione.

ALLEGATO S4

B.a.06 C. Tagliamonte - R. Gabellini: *Le protezioni contro le sovratensioni nelle reti telefoniche urbane.*

« Sulle reti telefoniche SIP, nei 400 000 ed oltre attuali punti di protezione, esistono differenti tipi di dispositivi di protezione contro le sovratensioni.

« Le differenze tra i vari tipi di dispositivi di protezione riguardano in genere solo la realizzazione costruttiva perchè, in pratica, tutti i dispositivi posseggono, a parità di funzioni, gli stessi componenti. Il più importante di questi componenti è lo scaricatore di tensione, che, per consentire buone prestazioni complessive, deve possedere: un'apprezzabile sensibilità; una tensione residua quanto più bassa possibile; un'adeguata robustezza.

« Per la tensione d'innesco in c.a. degli scaricatori a gas (tensione statica d'innesco) si va diffondendo l'uso del valore 250 V che, tenuto conto delle tolleranze, consente la presenza sui circuiti telefonici di impulsi di selezione con potenziali dell'ordine dei 200 V, senza che intervenga lo scaricatore.

« Per garantire l'innesco e la costanza del tempo di intervento nei riguardi delle tensioni impulsive, tutti gli scaricatori impiegati nel campo telefonico sono preionizzati ed in alcuni tipi ciò è ottenuto con l'aggiunta di piccole quantità di sostanze radioattive, ad esempio il tritio.

« Il continuo studio per ottenere dallo scaricatore migliori prestazioni ha portato a realizzare, almeno nel campo degli scaricatori di media portata, alcuni tipi che sottoposti ad un prolungato carico di distruggono, provocando la definitiva messa a terra della linea per fusione degli elettrodi che vanno in corto circuito.

« Le stesse funzioni in altri tipi sono affidate ad un contatto bimetallico che, oltre certi limiti e durate di carico, cortocircuita lo scaricatore, riaprendosi, quindi, al cessare della sovratensione e ripristinando le normali condizioni di funzionamento.

« Poichè in questa memoria si parla di "protezione di base" sarebbe gradito conoscere se è stata fissata la relativa definizione e se esistono precise prescrizioni tecniche per gli scaricatori, oltre quelle riportate nella tabella allegata alla memoria.

B.a.01 L. Boninsegni - A. Florio - G. Fusi: *Il ripristino del servizio telefonico a Firenze dopo l'alluvione del 4 novembre 1966.*

« L'alluvione del 4 novembre 1966 causò danni così gravi, da paralizzare quasi completamente il servizio telefonico urbano ed interurbano nella città e nella provincia di Firenze.

« Sinteticamente si può dire che nella città di Firenze sui 138 000 abbonati al telefono solo 40 000, pari al 28,9 % rimasero attivi. Analoga situazione in provincia.

« Grazie alla generosa ed intelligente opera dei lavoratori telefonici di ogni grado di Firenze e di ogni parte d'Italia, entro lo stesso mese di novembre fu riattivato circa il 90 % degli utenti della Provincia di Firenze e circa il 70 % degli utenti di Firenze.

« Nella memoria sono illustrati i provvedimenti presi in ogni singolo settore per far fronte alla grave emergenza e per ripristinare nel più breve tempo possibile tutto il servizio telefonico.

« Risultano particolarmente interessanti i seguenti suggerimenti avanzati in base alle esperienze di Firenze, del Polesine e di Sicilia per indirizzare e programmare nel miglior modo possibile gli interventi in occasione di alluvioni e terremoti:

1) *Assistenza agli uomini,* relativa al vettovagliamento del personale telefonico, all'assistenza sanitaria ed all'assistenza logistica;

2) *Riattivazione dei più importanti e necessari collegamenti.*

« I primi interventi devono mirare a ristabilire innanzitutto i collegamenti con l'esterno, riattivando il servizio interurbano, anche se manualmente in un primo tempo, e riallacciando poi le utenze cui competono insostituibili responsabilità d'emergenza.

« Tutto ciò importa l'invio di materiali ed attrezzature, che, anche se disponibili sul posto, possono essere non utilizzabili e comunque in genere non risultano sufficienti alla situazione di grave emergenza.

3) *Ripristino totale e programmato del Servizio.*

« A tale riguardo risulta assai opportuno suddividere in settori tutta la zona disastrata ed affidare i settori a tecnici operanti autonomamente.

« Sono accettabili soluzioni di carattere provvisorio da eliminare successivamente in sede di revisione e di bonifica definitiva.

4) *Coordinamento,* affidato a responsabili presenti nella zona disastrata, del lavoro dei suddetti settori.

« Risulta molto utile sia per le attrezzature che per i materiali l'immediata istituzione di un centro di raccolta per evitare gli sprechi, purchè ne sia a capo un elemento responsabile ben informato. Analogo tipo di gestione centralizzata risulta molto vantaggioso nel settore degli autoveicoli.

« Compito del coordinamento è anche operare un energico filtraggio dei solleciti per la riparazione delle utenze.

« Dopo le ripetute calamità naturali d'ogni genere che hanno fortemente colpito più parti d'Italia sembrerebbe assai opportuno lo studio di un dettagliato piano di emergenza per far fronte ai danni prodotti da tali calamità agli impianti telefonici.

« Al riguardo, gli Autori di questa memoria potrebbero dire se confermano tale opportunità e se è avviato già lo studio, almeno relativamente alle grandi reti urbane?

TEMA B
COMUNICAZIONI CONTINENTALI
A MEDIA E BREVE DISTANZA (FINO A 2 500 km)
Gruppo b) *Reti interurbane, teleselezione, traffico*

Relatore: A. Loffreda

ALLEGATO T1

« Le memorie presentate in questo gruppo trattano prevalentemente questioni connesse con l'impiego di metodi ed apparecchiature di tipo avanzato per il dimensionamento, la gestione ed il potenziamento delle reti.

« Nel loro complesso gli argomenti trattati ben rappresentano l'attuale stadio della tecnica teleselettiva impegnata a fronteggiare la notevole dilatazione del volume del traffico con mezzi tradizionali, ma lasciando la porta aperta all'introduzione di mezzi, sostanzialmente diversi da quelli finora impiegati, che si preannunciano di grande interesse per l'economia generale dell'esercizio e per i servizi da offrire all'utenza.

« Lo sforzo dei ricercatori e dei responsabili dell'esercizio e della pianificazione dello sviluppo delle reti appare oggi concordemente orientato nella ricerca di soluzioni ottimali entro la zona di compatibilità tra le caratteristiche delle apparecchiature in servizio e quelle di tecnica più avanzata per avviare senza brusche discontinuità l'evoluzione degli impianti verso un assetto che si prevede molto diverso dall'attuale.

« Il primo passo in questa direzione è la revisione e l'aggiornamento delle norme che definiscono il livello minimo delle prestazioni delle varie parti dell'impianto, tenendo nel dovuto conto non solo i miglioramenti dei singoli dispositivi di impiego comune che hanno riflessi sull'economia dell'intero sistema com'è attualmente configurato, ma anche la disponibilità di mezzi nuovi per le telecomunicazioni, capaci di aumentare l'efficienza delle apparecchiature e delle procedure di gestione ristrutturate in forma più rispondente alle tecniche avanzate.

« Alcuni tra i più grossi problemi da affrontare in questo senso si manifestano in tutta la loro complessità quando si esaminano le potenziali prestazioni delle macchine elettroniche di commutazione.

« Nella *memoria* B.b.09, *Tecniche avanzate di commutazione telefonica e riflessi sulla gestione del servizio,* gli ingg. Natali e De Ferra mettono nella giusta evidenza le ripercussioni dell'impiego dei moderni autocommutatori sulla struttura delle reti, la gestione e manutenzione delle apparecchiature ed i servizi all'utenza.

« Superata la fase pionieristica durante la quale gli entusiasmi sono stati spesso accompagnati da una notevole confusione circa i reali obiettivi dell'elettronica applicata alla commutazione, le prime realizzazioni appaiono oggi, alla luce di quelle più recenti, nelle loro vere dimensioni di dispositivi utili per la sperimentazione ma

non suscettibili di diventare competitivi con le centrali elettromeccaniche.

« Allo sterile stadio della commutazione elettronica per il gusto dell'elettronica è subentrato quello attuale delle centrali modellate sui sistemi di elaborazione in tempo reale dei dati necessari per controllare il processo di operazioni secondo programmi registrati che hanno per obiettivo l'ottimizzazione delle prestazioni del sistema nel suo insieme.

« Tra gli aspetti più importanti che gli Autori della memoria hanno messo in evidenza vanno citate le ripercussioni economiche che hanno sulla rete di distribuzione degli utenti e su quella di giunzione tra centrali, le procedure di scelta degli istradamenti più flessibili, realizzabili con la selezione coniugata tra stadi di connessione distanti tra loro, controllati da un numero ridotto di organi capaci di elaborare e trasmettere informazioni su appositi canali ad alta velocità.

« I riflessi della commutazione elettronica sull'organizzazione della gestione sono molteplici; particolarmente interessanti sono gli argomenti che investono direttamente le procedure per la fatturazione.

« Tra le tante prestazioni ed i servizi che sono stati indicati nella memoria, alcuni, come le chiamate in attesa e l'aumento della resistenza delle linee d'utente, possono invero essere agevolmente realizzate anche dalle centrali elettromeccaniche.

« Questa considerazione conferma l'opportunità di un riesame critico della normativa in vigore anche per quel che riguarda il raggiungimento di traguardi meno avveniristici.

« Nella *memoria* B.b.08, *Criteri di istradamento e metodi di segnalazione associabili alle moderne tecniche di commutazione,* degli ingg. Loffreda e De Flammineis vengono esaminate alcune dottrine per la scelta degli istradamenti in reti molto complesse, come quelle internazionali. Viene proposta una variante del noto metodo di istradamento ideato da Baran che può essere applicata nelle reti a commutazione di circuito preferibilmente associata al sistema di segnalazione su canale comune separato, ma compatibile anche con i sistemi che fanno uso della banda fonica per la trasmissione dei segnali di selezione in codice multifrequenze.

« Gli ingg. Camerone e Colombo nella loro *memoria, Ricerca di soluzioni economiche ottimali per la scelta dei mezzi di trasmissione nella progettazione della rete telefonica interurbana,* presentano un procedimento per determinare la strategia più conveniente di interventi per il potenziamento dei fasci di circuiti interurbani realizzati, con cavi a bicoppie, coassiali e ponti radio e propongono un metodo analitico per confrontare tra loro le soluzioni ottimizzate nell'ambito di ciascun mezzo trasmissivo.

« L'andamento della domanda di nuovi circuiti è con buona approssimazione riconducibile ad una forma lineare per l'intervallo di tempo dei prossimi 20-30 anni.

« Gli scostamenti, che eventualmente si verificassero nel periodo di tempo più lontano, tra l'andamento ipotizzato e quello reale del fabbisogno di circuiti, non influiscono sulla validità dei risultati anche se di entità non trascurabile. Il metodo proposto per la scelta della tecnica di trasmissione da impiegare, consiste nel confrontare i costi, corrispondenti ad un periodo illimitato di utilizzazione dei circuiti, capitalizzati all'origine.

« Secondo gli Autori, questo criterio che permette di superare agevolmente le difficoltà di calcolo relative alla valutazione dei diversi periodi di saturazione, fornisce risultati soddisfacenti che tengono nel dovuto conto gli oneri per la manutenzione ed il rinnovo.

« La validità della ottimizzazione economica dei mezzi trasmissivi considerati separatamente rimane indubbia fintantochè le tecniche di trasmissione e commutazione più diffusamente impiegate seguiteranno ad imporre quelle limitazioni che hanno condizionato l'attuale struttura del sistema di telecomunicazioni.

« Le tecniche più avanzate, rimuovendo un numero considerevole di quei vincoli, imporranno l'allargamento dell'area di ricerca delle soluzioni ottimali all'intero sistema, e di conseguenza il ricorso a macchine elettroniche di calcolo data la molteplicità dei fattori in gioco.

« Nella *memoria* B.b.02, *Ricerca di un metodo di proporzionamento di reti telefoniche mediante calcolatore,* gli ingg. Masetti, Mossotto ed Oberto considerano diversi aspetti di questo problema, tra i quali ritroviamo quello dello sviluppo della rete nel tempo.

« Come è noto, in altri Paesi il problema è stato già da tempo affrontato, pervenendo a dei risultati talora di notevole interesse, ma d'altra parte non definitivi, o perchè si considerano aspetti particolari del problema, o perchè si sono scartate a priori certe soluzioni. Di fronte a questa situazione, l'instaurazione di una procedura automatica di progetto e di dimensionamento della rete in Italia comporta una scelta delicata. La posizione degli Autori in proposito può essere riassunta come segue: l'obiettivo a lunga scadenza è un sistema integrato con le procedure di raccolta dei dati di traffico, di costo, di struttura della rete, di disponibilità dei mezzi esistenti, che permetta, tenendo conto di tutti i parametri essenziali, di eseguire dimensionamenti periodici ed a lungo termine.

« A tale obiettivo se ne frappongono altri più immediati, che consistono da una parte nella definizione di procedure parziali fra di loro integrabili ed "aperte" ad ulteriori affinamenti, dall'altra nella critica delle procedure stesse e nel conseguente stadio delle modifiche da introdurre nelle procedure.

« Il raggiungimento degli obiettivi intermedi ha un immediato interesse pratico e contemporaneamente dovrebbe contribuire a definire meglio quello finale, superando di volta in volta i problemi di cui si fa cenno nella prima parte del lavoro.

« La successiva *memoria* B.b.04 degli ingg. Mossotto ed Oberto ha per titolo: *La generazione per mezzo di calcolatore elettronico dei coefficienti delle equazioni di stato per lo studio di alcuni problemi di traffico telefonico.*

« Come è noto tale metodo ha permesso la risoluzione di alcuni tipici problemi di traffico per via analitica, come nel caso del fascio perfetto: nel caso invece dei fasci ripartiti esso conduce alla formulazione di sistemi di equazioni il cui ordine cresce esponenzialmente col numero delle giunzioni, e che deve essere risolto per via numerica.

« In questa applicazione, quindi, il metodo si presta solo allo studio di sistemi molto limitati di ripartizioni o di vie deviate. Esso si affianca quindi ai metodi di tipo sperimentale, sono quelli di simulazione su elaboratore elettronico, per i quali costituisce il più sicuro termine di confronto dei risultati.

« Va notato inoltre che, mentre i metodi sperimentali mal si prestano al calcolo dei momenti di ordine superiore del traffico di trabocco, il metodo delle equazioni di stato consente di ottenere risultati molto precisi anche in questo caso.

« Poichè, nell'applicazione del metodo, il primo problema che si presenta è quello della scrittura del sistema di equazioni a partire dai dati di traffico e di geometria della ripartizione o del sistema di vie deviate, gli Autori hanno sviluppato l'algoritmo relativo, valido per un sistema di smaltimento di traffico generico. Non consta che un tale algoritmo sia ancora apparso nella letteratura tecnica, anche se diversi Autori si sono serviti del metodo delle equazioni di stato per risolvere particolari problemi.

« Due memorie sono state dedicate al rilievo delle caratteristiche del traffico, elemento basilare per il corretto dimensionamento delle reti, particolarmente importante quando entrano in gioco i costosi circuiti interurbani.

ALLEGATO T_2

« La *memoria* B.b.05, *Rilievo del traffico telefonico nelle piccole centrali* degli ingg. Tattara e Veronese esamina il problema delle misure del traffico nei centri minori di commutazione interurbani ed in particolare nei centri del settore che, per il loro numero e per le modeste dimensioni degli organi di commutazione, sarebbe antieconomico equipaggiare con dispositivi ingombranti e costosi come quelli impiegati nei centri di compartimento.

« Dopo aver richiamato alcuni motivi che renderebbero dubbia la validità di una grande accuratezza delle misure agli effetti del dimensionamento delle reti dei settori e dei piccoli distretti, gli Autori traggono sulla base di dati sperimentali, alcune indicazioni sulla precisione richiesta nelle misure.

« Viene quindi effettuato un confronto dei sistemi di misure continuo e ad esplorazione alla luce della predisposizione degli autocommutatori ai rilievi di traffico e proposta una bozza di normativa delle caratteristiche delle apparecchiature destinate alle piccole centrali.

« È stata infine descritta una procedura per l'elaborazione immediata dei dati registrati, basata sull'impiego dei contatori convenzionali.

« Nella *memoria* B.b.07, *Analizzatore di traffico per destinazione* degli ingg. Bertoglio, Dalla Mura e Ferraro è stata descritta una apparecchiatura per il rilievo e la registrazione dell'origine e destinazione del traffico tassato e non tassato.

« La determinazione del fattore di interesse tra due centri diventa di importanza crescente coll'aumento del grado di flessibilità degli istradamenti, particolarmente nelle reti interurbane dove maggiormente è sentito l'effetto dello sfasamento nel tempo dei picchi di traffico.

« L'apparecchiatura descritta nella memoria colma quindi una lacuna che è sentita già oggi nei sistemi di commutazione ad istradamento multiplo e fornisce utili indicazioni per predisporre il pro-

gramma di simmetrizzazione delle reti che sarà attuabile con gli autocommutatori elettronici.

« È auspicabile che le future apparecchiature per il controllo degli istradamenti dislocati nei centri maggiori, incorporino gli organi per il rilievo e la registrazione dei dati occorrenti per determinare i fattori di interesse e lo sfasamento delle punte di traffico, ma è presumibile che per molto tempo ancora, cioè finchè i segnali di selezione originati in qualsiasi punto della rete non conterranno le informazioni relative all'identità del centro chiamante, gli analizzatori di traffico del tipo descritto in queste memorie rimangano un ausilio indispensabile agli esercenti.

ALLEGATO T3

« La *memoria* B.b.03, *Prospettive di sviluppo della teleselezione fra l'Italia ed altri Paesi* dell'ing. De Ferra contiene una dettagliata rassegna dei problemi affrontati e di quelli in via di soluzione per ampliare l'area del traffico internazionale automatico originato o terminante in Italia, che è attualmente limitato ad alcuni collegamenti entro l'Europa continentale.

« In previsione della comprensibile preoccupazioni della maggior parte dell'utenza di fronte all'uso troppo agevole e quindi poco controllabile del telefono per effettuare costose chiamate a grandissima distanza, ed al fine di ridurre all'essenziale le modifiche agli impianti per renderli adatti a realizzare quei collegamenti che rappresenterebbero una quota molto esigua del traffico teleselettivo, l'Autore avanza alcune proposte.

« Le soluzioni prese in esame si basano sostanzialmente sulla considerazione di limitare l'area della teleselezione internazionale uscente dall'Italia, in modo da includere soli collegamenti coi Paesi del Centro Europa e del Mediterraneo, che rappresentano la quasi totalità degli intedessi telefonici del nostro Paese con l'Estero.

« I pochi utenti interessati alla teleselezione con i Paesi al di fuori di quest'area potranno essere serviti da impianti speciali capaci tra l'altro di fornire, quando è richiesta, la documentazione scritta delle chiamate teleselettive.

« L'esame effettuato dall'ing. De Ferra si concentra sui problemi che richiedono soluzioni immediate e quindi in particolare prende in considerazione la rete internazionale nella sua attuale configurazione che comprende mezzi trasmissivi convenzionali e tecniche di commutazione e segnalazione sperimentate.

« Nella *memoria* B.b.06, *Tecniche avanzate di tassazione delle comunicazioni teleselettive* degli ingg. De Ferra e De Flammineis vengono esaminate tecniche e metodologie di tassazione tenendo conto dei riflessi che esse hanno sul costo e sulla gestione degli impianti di commutazione, dato che, come indicano gli Autori, fra i principali requisiti di un sistema di tassazione vi è quello di incidere il meno possibile sul costo globale del servizio telefonico pur soddisfacendo alle necessarie caratteristiche di precisione e di fidatezza legate all'importanza del servizio.

« I metodi di tassazione vengono suddivisi essenzialmente in due categorie: con elaborazione in centrale dei dati ed addebito immediato mediante invio di impulsi al contatore d'utente, oppure con registrazione dei dati in centrale, su apposito supporto, e successiva elaborazione mediante calcolatore.

« Il primo metodo, in particolare l'uso della tariffazione ciclica, viene indicato come senz'altro da preferire per la sua semplicità e per la facilità con la quale permette di fornire servizi aggiuntivi quali la documentazione immediata ed il comando degli apparecchi a gettone.

« Il metodo con registrazione, pur presentando interessanti caratteristiche di elasticità d'esercizio, risulta senza dubbio più complesso e quindi più costoso, nè permette di fornire facilmente i servizi aggiuntivi sopra menzionati.

« La documentazione scritta, che può essere richiesta da alcune categorie di utenti viene quindi considerata come un servizio particolare il cui onere deve pesare sui soli aderenti e per la cui realizzazione è conveniente sfruttare le apparecchiature già in uso per la tassazione ciclica.

« Gli Autori accennano infine agli esperimenti in atto per la centralizzazione delle procedure di addebito, facenti uso di rivelatori di configurazioni per la lettura dei fotogrammi, o di contatori elettronici interrogabili a distanza ed a proposito della documentazione scritta mettono in evidenza la necessità di effettuare studi approfonditi ed esperimenti data la molteplicità dei tipi di centrali e la probabile disuniforme distribuzione degli aderenti. Essi delineano infine alcune possibili soluzioni del problema.

TEMA B
COMUNICAZIONI CONTINENTALI A MEDIA E BREVE DISTANZA (FINO A 2 500 km)

Gruppo c) *Trasmissione su cavi metallici*

Relatore: P. Schiaffino

ALLEGATO U1

« Delle cinque memorie che costituiscono il gruppo della trasmissione su filo, tre affrontano l'argomento generale dei sistemi telefonici multicanali, trattando rispettivamente di un sistema per impiego su cavi a coppie simmetriche, di un sistema per impiego su cavi a coppie coassiali di piccolo diametro, e dei problemi inerenti all'alimentazione delle loro apparecchiature.

« Un'altra memoria tratta dell'impiego delle misure di non linearità per la riduzione delle distorsioni di intermodulazione di un segnale multiplo, e l'ultima descrive un nuovo sistema di giunzione di conduttori per telecomunicazioni isolati in plastica.

« La *memoria* B.c.01, *Considerazioni sulla sistemistica di apparecchiature a 120 canali da cavo e recenti risultati ottenuti* di S. Amara e G. Rizzerio, descrive un sistema di trasmissione per 120 canali telefonici, che utilizza una bicoppia con conduttori del diametro compreso fra 9 e 14 decimi di millimetro, di un cavo interrato, impiegando una delle due coppie e la banda 312÷804 kHz per la trasmissione in un senso, e l'altra coppia e la banda 924÷1 416 kHz per la trasmissione nell'altro senso.

« La trattazione può considerarsi divisa in tre parti, dedicate rispettivamente ai concetti tecnici sui quali si è basata l'elaborazione del progetto, alle caratteristiche del sistema e ai risultati delle misure eseguite su impianti di tale tipo già in esercizio.

« Il punto di partenza del progetto è stato quello di rispettare le raccomandazioni del CCITT (Comitato consultivo internazionale telegrafico e telefonico) per i canali telefonici, tenuto conto altresì della possibilità di impiego contemporaneo di tale sistema e di altri già normalizzati dal CCITT stesso, su coppie diverse dello stesso cavo.

« A questo proposito vale forse la pena di ricordare che il CCITT ha affidato l'esame dei problemi riguardanti la trasmissione telefonica a due commissioni, una delle quali incaricata di fissare le norme alle quali debbono rispondere i circuiti telefonici internazionali, considerati da terminale a terminale e indipendentemente dalla loro struttura, e l'altra incaricata di normalizzare le caratteristiche più importanti dei sistemi telefonici di più largo impiego nel campo internazionale.

« Il sistema descritto nella memoria non è stato finora oggetto di normalizzazione da parte del CCITT, è stata però cura dei progettisti, come si è detto, di realizzarlo in modo da rispondere alle norme generali del CCITT. Particolare attenzione è stata dedicata allo studio dei rumori di questo sistema, di origine sia interna che esterna, nonchè ai disturbi che esso può arrecare a sistemi di tipo diverso che utilizzino altre coppie o bicoppie dello stesso cavo.

« A quest'ultima preoccupazione è dovuta la previsione di un filtro particolare da inserirsi su un sistema 12+12 già installato o da installarsi su altre coppie del cavo, che venisse disturbato in modo inaccettabile da un sistema di questo nuovo tipo.

« La struttura generale del sistema è legata alla allocazione delle frequenze di cui si è detto, ottenuta mediante traslazione ed inversione del gruppo secondario di base previsto dal CCITT (312÷552 kHz per 60 canali a banda lorda 4 kHz), e contenente frequenze pilota e di telecontrollo, funzionanti, queste ultime, col criterio della domanda e risposta.

« Le apparecchiature di linea sono articolate secondo sezioni di amplificazione di 1 830 m o più, secondo il diametro dei conduttori, separate da un ripetitore in contenitore interrato, sezioni di equalizzazione costituite da 11 o 12 sezioni di amplificazione separate da un ripetitore in contenitore interrato o in telaio normalizzato, e sezioni di regolazione di linea costituite da tre sezioni di equalizzazione separate da un ripetitore in telaio normalizzato.

« La stabilità dei livelli viene ottenuta mediante due regolazioni, una di tipo indiretto realizzata coll'impiego di un termistore posto in ogni ripetitore interrato, e l'altra coll'impiego di due frequenze pilota agenti su regolatori posti nei ripetitori di separazione delle sezioni di regolazione.

« La telealimentazione è del tipo serie, con una corrente continua di 50 mA, e possono venire telealimentati tutti i ripetitori compresi in una tratta di regolazione.

« Nella memoria vengono riportati i dati relativi ad alcuni impianti già in esercizio e i risultati di misure eseguite su di essi. I valori ottenuti rientrano ampiamente nelle condizioni poste a base del progetto e di conseguenza anche nelle raccomandazioni del CCITT.

« Nella *memoria* B.c.02, *Impiego dei sistemi telefonici multicanali per cavi coassiali nei collegamenti a breve e media distanza* di F. Scrofani e G. Fiori, vengono trattati alcuni problemi tecnici di sicurezza e regolazione, relativi ai sistemi di trasmissione per 300 e 960 canali telefonici, che utilizzano dei cavi coassiali interrati di tipo misto, costituiti, cioè da coppie coassiali di piccolo diametro 1,2/4,4 mm) e da una o più corone di bicoppie aventi conduttori del diametro di 0,9 mm, e con amplificazione ottenuta a mezzo di ripetitori a transistori interrati.

« Vengono dapprima considerate le vibrazioni meccaniche, quelle specialmente che sorgono quando la sede di posa deve superare un viadotto percorso da carichi pesanti. Le sollecitazioni di flessione alle quali è sottoposto il cavo, possono portare alla rottura del metallo che costituisce la guaina, per cui vengono adoperate delle casse di dilatazione che distribuiscono la deformazione del cavo lungo un tratto con raggio di curvatura sufficientemente grande, e delle leghe binarie di piombo quale materiale costituente la guaina.

« La protezione termica, sia del cavo, particolarmente nei tratti interrati a profondità inferiore a quella normale, che dei ripetitori interrati, ha il duplice scopo di rendere la variazione di temperatura del cavo e quella dei ripetitori il più possibile uguali tra di loro, per facilitare il funzionamento del sistema di regolazione dei livelli basato sulla utilizzazione di elementi termosensibili posti nei contenitori interrati dei ripetitori, e di ridurne l'entità.

« Questa protezione termica ha quindi molta importanza anche in relazione dell'ubicazione delle apparecchiature destinate all'equalizzazione di linea, problema che viene trattato dagli Autori in un altro capitolo.

« Le sollecitazioni elettriche dovute a fulminazioni per scariche di origine atmosferica ed a fenomeni di induzione elettromagnetica per parallelismi con linee ad alta tensione, assumono entità ed importanza notevoli, data la lunghezza dei collegamenti e l'impiego di transistori. Vengono riportate alcune valutazioni dei valori delle tensioni e delle correnti su sezioni di riferimento e si prospettano gli eventuali provvedimenti da adottare al fine di ridurne l'entità.

« Viene poi descritto uno dei vari tipi di contenitori per ripetitori interrati, studiati dalla SIRTI in collaborazione colla SIP e realizzati dalla SIRTI.

« I problemi che si sono risolti in tale contenitore si riferiscono specialmente alla possibilità di misure di isolamento parziali (necessità quindi di interruzione della continuità metallica fra la guaina del cavo e la cassa del contenitore) e alla possibilità di impiego di cavi pressurizzati, prevedendo quindi l'inserzione di opportuni rubinetti e di un pressostato, oltre che alle protezioni termiche.

« La *memoria* B.c.04, *Disamina dei sistemi di alimentazione delle apparecchiature di teletrasmissione al servizio di una grande rete elettrica* di A. Raimo, fa specifico riferimento alla trasmissione mediante onde convogliate su linee di trasporto energia; le argomentazioni svolte hanno però piena validità per qualsiasi tipo di trasmissione di segnali, per cui, salvo che per alcune considerazioni particolari, si può considerare tale memoria di interesse generale.

« Dall'importanza di assicurare la continuità dell'alimentazione delle apparecchiature di un sistema di trasmissione, segue la necessità di disporre di sorgenti di riserva che si possano sostituire alla rete pubblica, dalla quale viene normalmente ricavata l'energia necessaria per il funzionamento dell'intero sistema.

« Tali sorgenti possono avere carattere temporaneo o permanente, intendendo con ciò che la loro autonomia può essere limitata dalla loro struttura (come per esempio per batterie di accumulatori) o semplicemente dalle dimensioni degli appositi serbatoi di combustibile e lubrificante (come ad esempio per motori termici).

« A loro volta le apparecchiature possono distinguersi in relazione al tipo di tensione richiesta (continua o alternata, bassa o alta tensione, ecc.) e secondo le esigenze riguardanti la massima durata ammissibile per le interruzioni.

« In particolare le apparecchiature telefoniche che non impiegano la teleselezione possono tollerare interruzioni di qualche secondo senza grave danno per il loro funzionamento, mentre, sia per la teleselezione che per la trasmissione di dati e di comandi, una interruzione anche breve, può, non solo causare una sospensione del servizio più lunga della durata dell'interruzione stessa, ma può provocare dei pericolosi errori sia di informazione sia di comando.

« Si deve allora ricorrere ad una alimentazione di riserva che si sostituisca a quella normale senza interruzione e senza variazioni eccessive delle grandezze caratteristiche come tensione, frequenza ecc. Occorre inoltre che eventuali transitori siano mantenuti entro limiti accettabili.

« Naturalmente quando su un determinato sistema di trasmissione coesistono, come accade sovente, tipi diversi di servizi, occorre tener conto delle esigenze più severe.

« Quando si può tollerare una interruzione di alcuni secondi, il sistema di riserva permanente viene generalmente realizzato a mezzo di un gruppo elettrogeno che si avvia automaticamente al mancare della tensione di alimentazione normale. La durata della interruzione corrisponde naturalmente al tempo di avviamento.

« Quando invece non può essere ammessa nessuna interruzione, tale sistema è accettabile solo se accompagnato da un'altra alimentazione di riserva perennemente inserita, come ad esempio una batteria di accumulatori (con inverter quando viene richiesta anche una tensione alternata). In tal caso le due sorgenti di riserva sono una di tipo permanente, ma richiedente un certo tempo di avviamento, e l'altra temporanea ma che non provoca interruzione.

« Tale sistema è particolarmente conveniente quando le apparecchiature richiedono solo alimentazione in corrente continua (soprattutto se di piccola tensione), mentre, secondo gli Autori, è sconsigliabile quando è richiesta anche una tensione alternata, data la scarsa fidatezza che presentano attualmente gli inverter.

« In tal caso è preferibile l'uso di un gruppo di continuità, dove l'energia necessaria per superare il periodo di avviamento del gruppo elettrogeno viene fornita da un volano a spese della sua energia cinetica. Con questa soluzione la rete alimenta un motore che trascina un generatore rotante che fornisce tutte le tensioni richieste dalle apparecchiature. L'asse comune delle due macchine rotanti è fornito di un volano e di un giunto automatico che, al mancare della tensione di rete, lo collega ad un motore termico e ne provoca la messa in funzione.

ALLEGATO U2

« La *memoria* B.c.03, *Misure di linearità su modulatori e demodulatori di frequenza e misure di conversione AM/PM su limitatori di ampiezza* di A. Butti - E. Cottatellucci e R. Ferrario, tratta due argomenti distinti, che hanno in comune il concetto di misurare la non linearità di un certo apparato, allo scopo di indagare individualmente sulle cause che possono provocare l'intermodulazione fra canali telefonici di gruppo terziario e quaternario (utilizzanti frequenze dell'ordine della diecina di MHz) allo scopo di ridurne l'entità.

« Il primo argomento si riferisce ad un discriminatore a circuiti antirisonanti sfalsati, alimentato da una frequenza di misura modulata in ampiezza. Le tensioni ricavate ai capi dei due circuiti antirisonanti, rivelate e filtrate, darebbero come somma la tensione di misura, se non si avessero sfasamenti nei filtri. La misura dell'effetto di tali sfasamenti permette di ridurre la differenza fra i loro valori, col risultato di contenere l'entità della intermodulazione dovuta ad essi.

—« Il secondo argomento descrive un banco di misura del coefficiente di conversione AM/PM utilizzato dagli Autori per la messa a punto di un limitatore di ampiezza. Tale apparecchio consta sostanzialmente di un trasformatore differenziale, che invia il segnale fornito da un modulatore di ampiezza a due rami, uno dei quali contiene il quadripolo in esame e l'altro uno sfasatore di 90°.

« I due segnali presenti all'uscita di questi percorsi vengono inviati ad un rivelatore di fase, sulla cui uscita si trova un voltmetro per corrente continua ed un ricevitore selettivo. L'errore del banco, quale risulta sostituendo il quadripolo da esaminare con un collegamento diretto, è di circa 0, 5° dB.

« Nella memoria sono riportati i risultati di misure eseguite su un limitatore di ampiezza che, con opportune neutralizzazioni delle capacità e delle resistenze inverse dei diodi, dà risultati particolarmente soddisfacenti.

« La *memoria* B.c.05, *Nuovo metodo di giunzione per cavi di telecomunicazione ad isolante plastico* di F. Gamberi, descrive un nuovo tipo di morsetto di giunzione, che si compone di un corpo in plastica trasparente, ove vengono alloggiati i conduttori isolati, e di una parte mobile munita di elementi metallici ad U.

« Dopo che i conduttori isolati sono stati posti negli appositi alloggiamenti, e attraverso la trasparenza dell'involucro se ne è controllata l'esatta posizione, la parte mobile contenente gli elementi ad U può essere forzata, coll'ausilio di apposita pinza, nel corpo maggiore fino ad ottenere la giunzione vera e propria.

« L'elemento autospellante a forma di U, sotto l'effetto della pressione, incide e asporta l'isolante plastico nell'area di giunzione arrivandi quindi a contatto con i conduttori metallici, e consentendo per suo tramite un sicuro e costante collegamento elettrico fra i conduttori.

« Su tale tipo di giunzione sono state eseguite in laboratorio molte prove di vita accelerata, specialmente in confronto colle giunzioni realizzate col sistema dello spiralino saldato.

« Esse hanno compreso shock termici (da — 132 °C a +105 °C),

cicli termici con correnti da 0 e da 4 A alternativamente, e misure di resistenza alla trazione.

« Sono stati anche condotti rilievi del comportamento di tali giunzioni eseguite su cavi in esercizio sia in posa aerea che interrati.

« I risultati di queste prove hanno dimostrato le ottime prestazioni di tali giunzioni, sia in senso assoluto, che in confronto coi tipi di giunzione attualmente in uso.

TEMA B
COMUNICAZIONI CONTINENTALI
A MEDIA E BREVE DISTANZA (FINO A 2 500 km)
Gruppo d) *Trasmissione su cavi hertziani*
Relatore: G. Bronzi

ALLEGATO V1

« Un primo gruppo di tre lavori riguarda i circuiti riceventi e quelli trasmittente per attivare collegamenti hertziani.

« Nella *memoria* B.d.10 di E. Viti si descrivono i generatori di microonde (1,5÷2,3 — 5,9÷8,5 GHz), i convertitori di trasmissione (modem) nonchè i ricevitori, tutti realizzati completamente allo stato solido per costituire una famiglia di apparati per trasmissioni FM a larga banda (960 canali telefonici, 1 canale TV in bianco e nero ed a colori) della Società Generale di Telefonia ed Elettronica. Si mette in evidenza il modo con cui viene ottenuto il segnale a microonde, sia nei trasmettitori che nei ricevitori, partendo da generatori a quarzo (100 MHz) seguiti da stadi amplificatori e moltiplicatori di frequenza a varactor nei primi, e step recovery diodes nei ricevitori. Sono illustrati i metodi seguiti per ottenere miglioramenti del rendimento, della qualità (rumore), dell'affidabilità dei circuiti.

« Nella *memoria* B.d.02 di G. B. Stracca - D. Dorsi si esaminano i convertitori di frequenza a basse perdite realizzati con diodi a semiconduttori a microonde di recente realizzazione l'uso dei quali consente di costruire ricevitori per ponti radio, di tipo corrente, con figura di rumore migliorata. Nella memoria presentata viene approfondito l'esame teorico della conversione con elementi resistivi non lineari considerando anche presenti alcune oscillazioni di cui in precedenza non se ne era tenuto conto e giungendo a conclusioni la cui validità è confermata da risultati sperimentali, sia pure parziali.

« Nella *memoria* B.d.01 di F. Giorgetti si esamina il comportamento di un esemplare di trasmettitore a stato solido, per ponte radio a 7 GHz, per 120 canali, con modulatore di frequenza a 210 MHz seguito da stadi moltiplicatori per 36, a varactor. I risultati lusinghieri ottenuti sia per quanto concerne il rumore termico sia per il rumore d'intermodulazione fanno ritenere che il sistema diretto di modulazione possa ancora avere utili applicazioni ed estensioni.

ALLEGATO V2

« Un secondo gruppo di cinque lavori tratta delle antenne e dei relativi sistemi di alimentazione.

« La *memoria* B.d.04 di S. De Padova esamina il problema della riduzione del guadagno delle antenne su riflettore parabolico e degli specchi collegato alla imprecisione di costruzione di essi. L'analisi ha portato a stabilire delle formule, valide sotto alcune ipotesi di tipi di imperfezioni, che possono servire di orientamento al progettista di antenne del tipo citate.

« Nella *memoria* B.d.07 di G. Nicotra viene studiato il riflettore d'antenna collegato alla sommità di una torre, inclinato di circa quarantacinque gradi e illuminato dalla antenna posta in basso. Normalmente un complesso di questo tipo (sistema periscopico) viene studiato come un tutto unico. La memoria, dopo aver richiamato la teoria dei sistemi con riflettore piano, esamina il caso del riflettore curvo il quale offrirebbe maggiori guadagni del primo se non presentasse difficoltà tecniche di costruzione. Nella memoria vengono date le caratteristiche di progetto di un riflettore in vitroresina metallizzata a curvatura variabile ed i risultati della sua applicazione nel collegamento in ponte radio Pavia-Mortara realizzato dalla SIP nella gamma dei 7 GHz.

« La *memoria* B.d.06 di G. Nicotra esamina il collegamento in ponte radio Baveno-Domodossola con due riflettori passivi, allo scopo di confermare i procedimenti di calcolo seguiti generalmente in siffatti sistemi dei quali l'Autore si è già interessato in una memoria pubblicata su "Alta Frequenza" del dicembre 1967. Nel lavoro si riferisce infine sull'uso di elicotteri quali mezzi efficaci per trasporto di materiali in alta montagna.

« Nella *memoria* B.d.03 di C. Colavito - G. Poledrelli si mettono in rilievo i vantaggi e gli inconvenienti dell'uso di guide elettriche flessibili al posto di guide rigide quando vengono usate come linee di alimentazione di antenna nei ponti radio a grande capacità tra punti fissi. La memoria parte dall'esame di guide elettriche liscie di cui si fissano le relazioni di dipendenza fra larghezza di banda, funzione attenuazione-frequenza da una parte e dimensioni della sezione della guida dall'altra; e successivamente l'influenza delle corrugazioni sulle caratteristiche citate e sul coefficiente di riflessione nella banda di frequenza della guida stessa. L'analisi suddetta ha portato gli Autori a stabilire una formula di pratico impiego per calcolare la potenza di rumore da intermodulazione dovuta alle riflessioni multiple nelle guide suddette, formula della quale sono stati determinati sperimentalmente alcuni coefficienti in funzione della lunghezza della guida sotto particolari ipotesi. Il lavoro è suscettibile di successivi notevoli sviluppi.

« Nella memoria B.d.05 di A. Bressan - G. Nicotra, premessi alcuni criteri di carattere generale, si illustrano le caratteristiche di progetto e di attuazione del nuovo impianto per ponte radio di Milano-Pero. Se ne descrive la torre, le sale apparati, le piattaforme di appoggio-antenne, la canna centrale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, il tipo di antenna, l'impianto di pressurizzazione e di essiccazione dell'aria, la stazione di energia, il raccordo coassiale, l'impianto luce di avviso per gli aerei.

ALLEGATO V3

« Un terzo gruppo di tre lavori riguarda il circuito hertziano dei collegamenti in ponte radio.

« La *memoria* B.d.09 di V. Andresciani - B. Castagnolo - R. De Leo si riferisce ad un collegamento telefonico a corta distanza (inferiore a 10 km) realizzato mediante l'uso in trasmissione di diodo Laser costruito con arseniuro di gallio e di un foto-diodo in ricezione. Nella memoria gli Autori informano che sono in corso misure di qualità di trasmissione, avendo usato per la modulazione il sistema PPM.

« Nella *memoria* B.d.08 di R. Dogliotti - M. Sant'Agostino viene sviluppata una analisi circa l'influenza del tipo di modulazione, di ampiezza o di frequenza, sulla probabilità di errore in ricezione di segnali PCM in conseguenza dei fading con distribuzione di tipo Rayleigh, a parità di banda di rumore del ricevitore e del rapporto fra energia del segnale e densità spettrale del rumore. In condizioni restrittive gli Autori riscontrano che la modulazione di frequenza dà risultati migliori di quella di ampiezza.

« Nella *memoria* B.d.11 di C. Colavito l'Autore persegue lo scopo principale di sopperire alle manchevolezze ancora esistenti nei metodi di previsione utilizzati per calcolare le attenuazioni dovute a propagazione nei ponti radio a diffusione troposferica, specialmente per quanto riguarda le condizioni che si verificano nell'area climatica mediterranea. I primi risultati sperimentali, rilevati nel collegamento in esame e riportati dall'Autore, sembrano confermare le validità del metodo seguito. Oltre ai calcoli di previsione delle perdite per tropodiffusione, vengono anche analizzati alcuni aspetti di notevole rilievo della propagazione oltre orizzonte non ancora affrontati dalla pur fiorente letteratura tecnica esistente sull'argomento, quale ad esempio le proprietà relative alla stazionarietà di diversi processi statistici che determinano gli affievolimenti della potenza ricevuta nella tropodiffusione e l'influenza reciproca dei meccanismi di propagazione per diffusione, per diffrazione su terra sferica e per condotti. L'articolo si conclude con una succinta esposizione dei calcoli eseguiti per stabilire la potenza da trasmettere e le dimensioni delle antenne nel ponte radio tra M. Cammarata e Lampedusa la cui recente attivazione ha consentito di collegare in teleselezione quest'isola con numerose città italiane tra cui Roma e Palermo.

TEMA B
COMUNICAZIONI CONTINENTALI
A MEDIA E BREVE DISTANZA (FINO A 2 500 km)
Gruppo e) *Modulazione a codice d'impulsi*
Relatore: P. Baldin

ALLEGATO W1

« Le memorie sul tema della modulazione a codice di impulsi, sia nel loro contenuto, sia nella varietà degli argomenti trattati

dimostrano da una parte la validità della trasmissione effettuata mediante informazioni numeriche codificate, dall'altra l'interesse che oggi questa tecnica desta nel prevedere alcune significative applicazioni future.

« I temi che mio avviso caratterizzano oggi i sistemi PCM sono essenzialmente due:

a) Validità della modulazione a codice di impulsi nel campo della trasmissione: questo risultato scaturisce dall'esame dello stato attuale dei sistemi PCM, alla luce dei risultati conseguiti dai primi sistemi installati su cavo e su ponte radio.

« È da sottolineare specialmente l'esito degli equipaggiamenti di linea che indubbiamente costituivano una certa preoccupazione dovuta all'insolito numero di ripetitori in ogni tratta di collegamento, a problemi di protezione contro sollecitazioni elettriche e climatiche, alle esigenze di esercizio e manutenzione.

« È bene anche sottolineare che, specialmente all'inizio, si sono dovute superare le inevitabili difficoltà di acquisizione teorica e pratica tipiche di ogni nuovo sistema. Sia i calcoli di impianto, dunque, sia soprattutto le modalità di messa a punto e di esercizio hanno subito via via modificazioni intese a migliorare l'acquisizione del sistema traendo preziose informazioni sia dai lavori di impostazione sempre più approfonditi, sia dagli impianti man mano effettuati.

b) Definizione dei problemi più urgenti per un sistematico impiego dei sistemi di modulazione a codice, ed impostazione dei criteri generali e degli indirizzi da seguire per la loro estensione nella rete telefonica, mediante esame approfondito di nuove soluzioni.

« Viene quasi naturale a questo punto ricordare il lavoro di unificazione dei sistemi cosiddetti di "gruppo primario" recentemente eseguito da una apposita commissione di studio formata dall'ISPT, dalla ASST, dalla SIP, con la partecipazione attiva dei costruttori e della Fondazione Bordoni.

« I risultati dei lavori di questa commissione sono stati del tutto positivi perchè hanno raggiunto il duplice scopo di costituire le basi di un nuovo sistema unificato nazionale e di aderire nel contempo alle fondamentali raccomandazioni ed ai più ricorrenti orientamenti in campo internazionale, specie quello europeo. È appena necessario, pur tuttavia assai inerente al tema trattato in questa sezione, che la suddetta unificazione è stata resa possibile proprio in virtù delle esperienze maturate nel corso degli anni precedenti sia dalla Società esercente, sia dai costruttori italiani.

« Indubbiamente alcuni tra gli espetti più interessanti della unificazione emergeranno durante il dibattito; di conseguenza ritengo opportuno di non farne cenno in questo rapporto.

« Ricorderò solamente — in quanto pertinente all'argomento oggetto di qualche memoria — che gli studi sviluppati in sede di unificazione hanno sempre tenuto in conto le basi e gli indirizzi per le nuove impostazioni: costituzione di fasci di segnali PCM a media ed alta capacità ed utilizzazioni di informazioni numeriche per la commutazione in reti integrate.

« Tutti gli argomenti che costituiscono i due temi sopra menzionati ed i risultati teorico-sperimentali che ne derivano, permettono oggi la definizione di alcune norme sulle quali è possibile stabilire l'impiego generalizzato dei sistemi di modulazione a codice; permettono inoltre di fare previsioni sufficientemente esatte per le applicazioni future di carattere estensivo.

« Tutte le memorie presentate esprimono questa situazione e tutte, pertanto, si possono considerare di carattere generale; tra di esse ritengo che possa appartenere anche la memoria, più tardi citata, che tratta del problema specifico della codificazione, in quanto la conversione analogico-numerica costituisce pur sempre il problema fondamentale della modulazione a codice.

« A puro scopo di chiarezza, riferirò delle memorie presentate in base ad una suddivisione scaturita dal loro contenuto:

1° Gruppo: *Problemi inerenti alla trasmissione e alla inserzione nelle reti* (memorie di PALADIN, SAVINO-PALADIN, BIGI-PALADIN, PIETRALUNGA-ROLANDO, TAMBURELLI-TOSCO, DALLARGINE-GRANDI-CENZATTI-VILLARS).

2° Gruppo: *Problemi inerenti all'esercizio, impianti e primi risultati sperimentali* (memorie di BENEVENTI-DAVALLI, BENEVENTI-DAVALLI-RAIMONDI, PALADIN-BALDIN).

3° Gruppo: *Problemi di modulazione* (memoria di OGLIASTRO).

« Nel primo gruppo mi è sembrato opportuno iniziare dalla *memoria* B.e.03 di PALADIN, *Impostazione del problema della trasmissione di segnali PCM su un portante fisico*.

« La memoria tratta il problema generale della trasmissione dei segnali numerici PCM, problema che l'Autore affronta valutando i parametri che concorrono al funzionamento dell'equipaggiamento di linea, cioè il ripetitore, ed i parametri che caratterizzano il portante.

« Tra i primi viene ampiamente trattato il codice di linea, dove viene posto particolare rilievo all'influenza che il relativo "coefficiente di ridondanza" ha sul funzionamento del ripetitore.

« Una prima conclusione importante che si può desumere è che il codice oggi comunemente adottato nella trasmissione su coppie simmetriche — il bipolare alternato, ovvero con definizione più precisa, codice ternario bipolare — costituisce una buona scelta.

« La semplicità pratica di realizzazione è un'ulteriore motivo per adottarlo.

« Il comportamento del ripetitore viene analizzato in base alle tre funzioni fondamentali che esso deve eseguire — filtraggio, temporizzazione — vale a dire la ricostituzione del ritmo fondamentale della successione degli impulsi — e la rigenerazione propriamente detta — vale a dire la ricostituzione in forma e ampiezza dell'impulso entrante.

« Il portante viene analizzato, oltrechè nel suo comportamento con la frequenza, soprattutto in base alle attenuazioni di paradiafonia ed agli scarti di telediafonia, valutati alla frequenza di riferimento di 1 MHz e per il concorso di più sistemi disturbanti nello stesso collegamento. Questa condizione, oltre che rispecchiare situazioni reali di esercizio, consente la valutazione "statica" del funzionamento del ripetitore. L'influenza delle caratteristiche del portante sul ripetitore, e quindi la conseguente determinazione del passo di amplificazione, viene esaminata separando le due cause di disturbo in precedenza descritte; anche questa condizione, che a prima vista potrebbe sembrare una pura semplificazione, è del resto rispettata in pratica: la paradiafonia prevale in generale in collegamenti nello stesso cavo, specialmente a coppie simmetriche, mentre la telediafonia ha il peso maggiore in collegamenti su cavi separati per i due sensi di trasmissione, ovvero in cavi a coppie simmetriche di particolare configurazione. Questo tema viene ripreso nelle altre due memorie appresso citate.

« È da segnalare — l'argomento infatti non risulta essere stato trattato in precedenti lavori — l'analisi del comportamento del ripetitore nel caso in cui prevalga il rumore termico, evenienza che si può presentare in alcune condizioni di impianto, specie in collegamenti con coppie coassiali di grande e piccolo diametro e coppie coassiali speciali, particolarmente adatte per trasmissioni di segnali PCM a media capacità, di cui l'Autore riferisce in altra memoria.

« Ritengo in questo rapporto di tralasciare ogni dettaglio, che sarà probabilmente oggetto del dibattito; mi sembra opportuno tuttavia segnalare in modo esplicito le tre formule di calcolo che l'Autore — in base all'impostazione del problema ora riferita — ha ricavato nei tre casi in cui paradiafonia, telediafonia e rumore di fondo rispettivamente prevalgono.

« Esse consentono valutazioni di massima del passo di amplificazione nei vari casi che possono incontrarsi in pratica e, pertanto, sono da ritenersi soddisfacentemente utilizzabili nel progetto di reti PCM.

« I temi trattati secondo un profilo generale nella memoria riferita, vengono ripresi in dettaglio nelle due seguenti *memorie* che è conveniente riunire per i loro comuni problemi: quella di PALADIN-BIGI (B.e.02) dal titolo: *Trasmissione di segnali PCM su cavi a coppie simmetriche normali e speciali*, e quella di PALADIN-SAVINO (B.e.11) dal titolo: *Trasmissione di segnali PCM su cavi coassiali normali e speciali*.

« Il tema è comune anche se a mio avviso appartiene a due distinte "generazioni" di sistemi PCM e a due differenti impieghi: la prima si riferisce essenzialmente a trasmissione di gruppi base (32 intervalli di tempo, frequenza intorno a 1 MHz); la seconda a trasmissione di gruppi a capacità superiore (128 intervalli di tempo o capacità notevolmente maggiore). Delle due memorie, quindi, la prima ha lo scopo di normalizzare, in un certo senso, quanto è stato fatto fino ad oggi nel campo della trasmissione da punto a punto; la seconda ha lo scopo di impostare le norme di progetto di una situazione futura.

« Ciò premesso, riferirò brevemente sulle due memorie.

« Quella di PALADIN-BIGI passa in rassegna soprattutto i dati acquisiti sui valori di diafonia, para e tele, risultato di precedenti campagne di misure organizzate dalla SIP.

« I risultati vengono elaborati in modo tale da conseguire valori numerici di diafonia atti a calcolare, con approssimazione sufficiente, il passo di amplificazione ottenibile con il tipo di ripetitore le cui caratteristiche generali sono state stabilite nella memoria di PALADIN prima menzionata. I calcoli consentono valutazioni basate su scelta casuale o sistematica delle coppie; la prima offre la massima flessibilità di impianto, la seconda impone alcune limitazioni, del resto non gravose e già oggi comunemente adottate.

« Dalle tabelle riportate sembra potersi concludere che la scelta casuale sia da evitare, in quanto imporrebbe severe limitazioni nel passo di amplificazione e quindi riflessi negativi sull'impianto e sull'economia globale del collegamento.

« Altra conclusione importante è che le scelte fondamentali fino ad oggi fatte per la scelta del passo di amplificazione trovano conferma dai calcoli di progetto e di verifica eseguiti dagli Autori.

« Viene infine indicata la realizzazione sperimentale di un cavo a coppie simmetriche, 50 quarte, avente uno schermo di alluminio tra l'ultimo ed il penultimo strato, che permette una notevole riduzione degli accoppiamenti di diafonia e conseguente aumento di passo di ripetizione.

« La *memoria* di PALADIN-SAVINO fornisce dati di progetto e di verifica del passo di amplificazione nei cavi coassiali, per collegamenti PCM a media ed alta capacità. La conclusione che se ne può trarre è che le caratteristiche delle coppie coassiali permettono in generale il dimensionamento del passo in base al rumore termico, caratteristica di per sè propria del ripetitore e non del mezzo trasmissivo.

« Questo è senz'altro verificato nei cavi coassiali normali, sia a grande che piccolo diametro, anche perchè è da ritenere che essi vengano impiegati — dato il loro costo e la loro importanza di collegamento — per medie ed alte capacità, cioè a partire da frequenze in cui gli accoppiamenti di para e telediafonia sono estremamente bassi, e per di più decrescenti con la frequenza. Nei riguardi delle capacità dei fasci da trasmettere, gli Autori suggeriscono di adottare gruppi ottenuti da multiplazioni successive di ordine 4 a partire dal gruppo base; ciò allo scopo di realizzare passi di amplificazione di lunghezza via via metà l'una dell'altra.

« Vorrei fare un'osservazione: fermo restando questo criterio, troverei più conveniente non condizionare il passo di amplificazione al gruppo base di 32 intervalli di tempo — in quanto ben difficilmente questa capacità può interessare la coppia coassiale — ma piuttosto, scelto un passo tra quelli impiegati per i sistemi a divisione di frequenza, adattare ad esso la capacità del collegamento PCM. Ciò allo scopo di utilizzare i segnali numerici nei cavi coassiali esistenti, senza modificarne il taglio. Sulla scelta da effettuare in pratica, ritengo che non esistano ancora dati sufficienti per una precisa definizione, ma piuttosto alcuni orientamenti che potranno essere discussi nel dibattito.

« L'aspetto più interessante della memoria è rappresentato dai risultati sperimentali ottenuti su un nuovo tipo di cavo, a coppie coassiali ulteriormente ridotte — 0,8 mm del conduttore interno e 2,7 mm dello schermo — le cui caratteristiche di attenuazione — circa 10 dB/km ad 1 MHz — e di diafonia, permettono la trasmissione di 120 canali fonici con un passo di circa 4 km. Le notevoli economie che potrebbero essere conseguite con questo cavo, studiato appositamente per segnali PCM, rendono assai attraente la sua adozione, anche perchè esso potrebbe diventare il mezzo trasmissivo fondamentale per collegamenti di media capacità su media distanza di segnali PCM ottenuti dal primo stadio di multiplazione oggi prevedibile.

ALLEGATO W2

« Questo tema richiama la *memoria* B.e.08 di PIETRALUNGA-ROLANDO dal titolo *Multiplatori sincroni per reti PCM di estensione limitata,* nella quale viene appunto affrontato il problema di fasci a media capacità ottenuti per multiplazione. La memoria è divisa in due parti.

« Nella prima si mette in evidenza il vantaggio di ottenere fasci a capacità superiore non da modulazione diretta di un elevato numero di canali fonici, ma bensì raggruppando i segnali provenienti da diversi gruppi base primari. Infatti, se al primo metodo si può senz'altro assegnare una indubbia convenienza economica, al metodo di multiplazione viene riconosciuto un affidamento del collegamento multiplo ben più elevato ad una assai maggiore flessibilità di impiego. Il raggruppamento viene eseguito bit per bit, cioè allineando successivamente ed ordinatamente nel tempo i bit uscenti dai vari sistemi base. Gli altri due tipi di raggruppamento possibile — ad intervalli di tempo da 8 bit e per quadri — implicano necessariamente complicazioni (memorie di almeno 8 bit o addirittura dell'intero quadro), che non hanno tra l'altro ragione di esistere nella formazione di fasci destinati a collegamenti da punto a punto.

« Viene considerata la multiplazione cosiddetta "sincrona", che prende nome dal fatto che un oscillatore principale, posto nel centro di multiplazione, distribuisce la temporizzazione ai gruppi base i quali, pertanto, risultano "sincroni" tra loro e con l'oscillatore principale. È sufficiente, allora, che nel centro di multiplazione i bit dei vari gruppi base arrivino allineati in fase. Questo allineamento viene ottenuto mediante l'impiego di memorie — il cui dettaglio è descritto dagli Autori — aventi il compito di immagazzinare quel numero di informazioni elementari corrispondente alle massime variazioni di fase introdotte dal collegamento. Esse sono dovute essenzialmente alle variazioni con la temperatura del tempo di propagazione e sono proporzionali al valore assoluto di esso e quindi alla distanza del collegamento: nel caso in cui esse vengano superate, il gruppo base che ne viene affetto perde il sincronismo.

« La multiplazione sincrona, di conseguenza, può praticamente operare in lunghezze di collegamento opportunamente limitate per non dover ricorrere ad un numero elevato di memorie. Gli Autori hanno effettuato un calcolo in tal senso, con la confortante conclusione che bastano poche memorie (al massimo 8 per ogni sistema da multiplare) per coprire distanze soddisfacenti quali quelle che si riscontrano in pratica nella rete telefonica. Viene inoltre discusso il problema della formazione della trama multipla ed in particolare se essa debba essere munita del proprio messaggio di sincronismo, o se questo possa venire ricavato da quello dei gruppi base.

« Gli Autori propendono per questa soluzione che ha il pregio di grande semplicità. Essa, tuttavia mette un po' in dubbio l'affidamento del fascio multiplo, il cui allineamento sembra, nella memoria, dover dipendere da uno dei gruppi base.

« La memoria conclude evidenziando la semplicità della multiplazione sincrona che, specialmente nelle aree del suo impiego, sembra oggi la soluzione veramente efficace. Viene sottolineato, infatti, che metodi di multiplazione "asincroni" e quindi più generalizzati — ed indubbiamente più completi — quale quello del "Pulse-Stuffing" ideato dai laboratori Bell, sono notevolmente più onerosi e la loro adozione non risulta giustificata negli impieghi di stadi di multiplazione di media capacità.

« Nella seconda parte della memoria viene descritto brevemente un sistema di multiplazione sincrona di due gruppi base, realizzato e sperimentato con risultati positivi.

« La *memoria* B.e.04 di TAMBURELLI-TOSCO dal titolo *Coesistenza di sistemi PCM e per frequenze vettrici a 12 canali nello stesso cavo,* tratta il problema che forse per primo è sorto in fase di progetto di installazione dei sistemi PCM. In effetti, i segnali PCM sono una forte sorgente di disturbo per la loro alta potenza, pari a circa + 16 dBm, la quale anche se è concentrata a frequenze molto distanti dal limite superiore del gruppo FDM, 108 kHz, provoca disturbi in misura notevole, evidenziati dal fatto che i sistemi FDM esigono rapporti segnale/rumore assai più elevati. È piuttosto problematica a priori una coesistenza "sistematica" tra i due sistemi che sarà bene quindi evitare proprio in linea di principio. Del resto, il problema è insolubile solo nei riguardi del gruppo FDM "classico", cioè privo di qualsiasi protezione particolare contro i rumori di linea quale il compandor; in pratica non sarà difficile, pertanto, trovare aree della rete telefonica in cui si può evitare tale impossibile coesistenza.

« La memoria parte dal calcolo dei disturbi presenti in una banda di 4 kHz intorno a 108 kHz nello spettro del segnale PCM generato da una successione casuale di impulsi bipolari alternati. Il disturbo entra nell'amplificatore FDM attraverso due vie, di para e telediafonia con circa egual contributo tenuto conto che il passo di amplificazione del PCM, specie a ridosso della centrale, è assai più corto di quello FDM. Il valore di diafonia scelto dagli Autori è 48 dB a 108 kHz, corrispondente al minimo ammesso dai capitolati; questa condizione è molto cautelativa, come viene osservato nella memoria, tuttavia calcoli basati su condizioni statistiche non spostano sensibilmente i risultati.

« La memoria passa poi a considerare alcuni accorgimenti che possano migliorare la situazione: innalzamento dei livelli utili di ingresso degli amplificatori FDM (il che comporta anche la diminuzione del loro guadagno, ad esempio un passo di 9 km) purchè essi siano muniti di compandor; diminuzione dei livelli di uscita dei ripetitori PCM, il che però non è compatibile con i forti disturbi di centrare, a meno di non operare ivi opportuni arrangiamenti; inserire all'uscita dei ripetitori PCM filtri o quadripoli equivalenti che riducano il contenuto spettrale nella banda FDM. Questa possibilità viene esaminata in dettaglio dagli Autori che forniscono anche risultati di esperimenti effettuati.

« Molta attenzione deve essere posta al dimensionamento del filtro sì da evitare che la distorsione di fase da esso introdotta non danneggi troppo l'impulso PCM: esperimenti in tal senso hanno confermato quanto ora detto.

« Si può concludere, a mio avviso, che è bene di principio evitare la coesistenza tra sistemi FDM e PCM anche perchè tutti gli accorgimenti che si possono adottare per migliorarla implicano o complicazioni nella struttura del ripetitore PCM o, peggio ancora, revisioni di sistemi FDM già progettati e sperimentati.

« Ci saranno molti casi, d'altronde, in cui la consistenza del fascio trasmesso unitamente alle caratteristiche del cavo consentirà la compatibilità dei due sistemi, specie se gli FDM siano muniti di compandor; ritengo, che questa sarà la situazione più proba-

bile in quanto la loro sede più adatta è nei cavi non bilanciati dove di norma si diffonde il PCM.

« Chiude il primo gruppo la *memoria* B.e.01 di CENZATTI - DALLARGINE - GRANDI - VILLARS dal titolo *Reti telefoniche integrate locali.*

« Il problema è assai vasto e mi trovo pertanto costretto rimandare alla letteratura esistente; nelle sue linee generali, tuttavia, esso consiste nell'effettuare la commutazione dei canali fonici direttamente in forma numerica, evitando così i passaggi in bassa frequenza che risultano particolarmente dannosi quando le giunzioni vengono effettuate in numerosi stadi successivi. È stato naturale pensare ai sistemi PCM quale conveniente "supporto" a questa tecnica, sia per l'obiettivo economico che sono in grado di conseguire — condizione essenziale per l'estensivo impiego che ne deriverebbe — sia perchè il PCM costituisce un veicolo semplice e razionale di tutte le informazioni necessarie alla commutazione.

« La tecnica della commutazione digitale implica, naturalmente, delle radicali trasformazioni nella rete con problemi tecnici, operativi e normativi non indifferenti: sulla base di questa osservazione gli Autori limitano le considerazioni a reti locali (settoriali o, al massimo, distrettuali), a struttura stellare.

« Propria da questa constatazione si prende spunto per evidenziare una prima facilità di realizzazione che consiste nel rendere sincroni tra loro gli orologi di scansione dei terminali PCM facenti parte della rete, mediante un unico orologio principale.

« La memoria descrive i principi informativi del sistema integrato SINTEL costituito da una centrale di transito a divisione di tempo che commuta le giunzioni convogliate su linee PCM e da una centrale terminale a divisione di tempo fino a 1 000 abbonati che possono venire commutati sia tra di loro, sia con le giunzioni effettuate con 2 linee PCM.

« L'area della rete, a struttura stellare, ha un raggio medio di 20 km. Vengono descritti brevemente gli elementi essenziali che compongono le singole parti della rete, specie per quanto riguarda le due centrali ora menzionate e messi in evidenza le esigenze funzionali principali, che il dibattito sulla memoria potrà eventualmente chiarire negli aspetti che più interessano.

« Ritengo importante richiamare che, come in tutte le connessioni digitali, i segnali devono essere in giusta relazione di fase, il che implica, secondo quanto ricordato a proposito della multiplazione, far ricorso a memorie di immagazzinamento. Nel caso della tecnica di commutazione digitale, inoltre, dovendo smistare un qualunque canale di una giunzione PCM su un qualunque altro canale dell'altra, caso più generale e di maggiore flessibilità d'impiego, il numero di memorie deve essere assai più elevato, praticamente capace di immagazzinare tutte le informazioni di un quadro (esse sono 256 per il gruppo primario unificato). È questa appunto la consistenza delle memorie "vocali" situate nella rete di interconnessione della centrale di transito a divisione di tempo descritta nella memoria.

« Essa, infine, conclude fornendo interessanti dati sperimentali sulle prestazioni fino ad oggi ottenute e che autorizzano a considerare con indubbio interesse questa nuova tecnica delle reti integrate locali.

ALLEGATO W3

« Del terzo gruppo, che riguarda i problemi della codificazione, fa parte la *memoria* B.e.07 di OGLIASTRO dal titolo *Problemi concernenti un sistema PCM con legge di compressione a segmenti rettilinei.*

« Viene descritto un codificatore-compressore che realizza una legge di compressione a 13 tratti rettilinei, secondo le modalità raccomandate dalla proposta presentata in sede internazionale al CCITT.

« La codificazione è a 7 bit e viene effettuate da una matrice a 7 colonne e a 4 righe le cui combinazioni permettono di individuare la tratta entro la quale è compreso il segnale da codificare e, nell'ambito della tratta, la codifica degli 8 quadri ad essa appartenenti.

« Precisamente, ad ogni colonna corrisponde un codificatore a 8 livelli — (3 pesi) — di uguale ampiezza; questa decresce via via in scala binaria a seconda della tratta preventivamente identificata.

« L'identificazione viene ottenuta confrontando, secondo una opportuna combinazione logica, il valore del campione da codificare con i generatori di corrente inseribili sulla prima riga.

« Una volta individuata la tratta, il corrispondente generatore della riga rimane inserito e, nella colonna prescelta, sono abilitati gli altri 3 generatori di corrente che rappresentano il codificatore lineare ad 8 livelli di ampiezza competente a quella tratta.

« Il complesso descritto, a mio avviso, ha il pregio di operare a velocità equivalente a quella di un codificatore lineare a 7 bit, anche nelle tratte in cui le prestazioni sono quelle di un codificatore a numero maggiore di bit (la tratta dei segnali intorno allo zero corrisponde ad una quantizzazione 11 bit pari a 2 048 livelli). Questo risparmio in velocità è ottenuto tuttavia mediante l'impiego di una rete di pesatura assai più complessa di quella di un codificatore a 11 bit.

« La memoria è completata da risultati di misure del rapporto segnale/distorsione di quantizzazione.

ALLEGATO W4

« Le memorie del secondo gruppo, come si è fatto nell'introduzione, riguardano i problemi di impianto e di esercizio.

« Come prima è da menzionare quella di BENEVENTI-DAVALLI-RAIMONDI (B.e.06) dal titolo *Problemi di impianto e di esercizio con mezzi trasmissivi in tecnica digitale;* essa infatti si riferisce alla zona urbana e settoriale di Bologna che impiega attualmente 10 sistemi PCM, sufficiente a trarre le prime conclusioni.

« Questa situazione ha permesso di ottenere preziose informazioni per confermare alcuni punti base della trasmissione PCM e di ricavare alcuni suggerimenti per l'esercizio del sistema.

« Tra le conferme si cita la praticità, in sede di messa a punto, dei complementi di linea scelti a passi discreti, l'efficacia del dimezzamento della tratta in prossimità delle centrali (questo criterio, non è poi tanto oneroso ed in fin dei conti costituisce il mezzo più facile ed economico), e soprattutto il grande vantaggio che si ricava dal basso rapporto segnale-disturbo che questi nuovi sistemi sono in grado di accettare.

« Gli Autori hanno potuto constatare che in molti casi in cui il funzionamento delle coppie in bassa frequenza era pregiudicato a causa di infiltrazioni di umidità nei cavi in plastica, nello stesso cavo la trasmissione PCM rimaneva soddisfacente. Questa differenza è stata rimarcata soprattutto per le segnalazioni: in effetti, proprio in questo campo il PCM è in grado di dare, di principio e di fatto, il più grande vantaggio rispetto agli altri sistemi. Le stesse considerazioni valgono anche per trasmissioni su ponte radio che hanno il pregio di essere semplici, di facile manutenzione, poco ingombranti e superare tratte (20 km) più che soddisfacenti.

« Essi funzionano con modulazione di ampiezza nella gamma dei 13 GHz.

« Nei riguardi dei problemi di esercizio, la memoria dà suggerimenti riguardanti la strumentazione — che può essere essenzialmente espletata dai misuratori d'errore di bipolarità e dagli oscilloscopi — il personale di manutenzione, che secondo gli Autori dovrà essere in grado di intervenire in un tempo molto breve nel caso di guasto, perchè questo implica in generale nel PCM un disservizio pressocchè totale.

« (È noto infatti, che le funzioni fondamentali del PCM sono molto concentrate).

« L'argomento, infine, dei controlli periodici e di emergenza del sistema richiama sostanzialmente la *memoria* B.e.09 di PALADIN-BALDIN dal titolo *Telealimentazione e telecontrollo per i ripetitori intermedi dei sistemi PCM su cavo a coppie simmetriche.*

« Nella prima parte si evidenzia il problema della telealimentazione oltrechè nel suo aspetto tecnico anche in base a criteri antinfortunistici. Il problema è giustamente sentito perchè i sistemi PCM saranno frequentemente installati in coesistenza con i circuiti di bassa frequenza che il personale addetto è abituato a trattare con dimestichezza.

« Si considerano tre tipi di telealimentazione: al di sotto di 25 mA e 140 V filo-filo che di per sè osserva tutte le norme di sicurezza; tra 25/150 mA e 140 V filo-filo ed infine una telealimentazione per potenze elevate, con corrente superiore a 100 mA e tensione tale da non danneggiare il portante. Queste due ultime non ottemperano a criteri antinfortunistici.

« La telealimentazione del PCM è del secondo tipo, come si può accertare dai sistemi oggi realizzati. Essa, di per sè non rispetta i criteri antinfortunistici e pertanto deve contenere particolari dispositivi di emergenza pronti ad assicurare l'intervento senza danno del personale. La memoria ne dà un ampio resoconto.

« Il telecontrollo viene studiato con particolare riferimento ai casi di emergenza — cioè alla localizzazione in caso di guasto sia dagli apparati di linea che dal portante e della telealimentazione — che si è stabilito innanzitutto discriminare, giusto in accordo con l'esigenza espressa nella precedente memoria di BENEVENTI-DAVALLI-RAIMONDI.

« Viene in ultimo passata in rassegna la metodologia da seguire nella localizzazione dei guasti del ripetitore, in quanto i dispositivi interessati fanno parte integrante del sistema.

« Sulle premesse di quanto oggi è stato fatto e tenute in conto le principali esigenze di esercizio, di pronto e sicuro intervento,

sembra opportuno ricorrere — specie per i sistemi della nuova generazione — a localizzazioni basate su interrogazione del sistema e conseguente risposta nelle coppie impegnate dal sistema stesso.

« Si suggerisce inoltre di costituire un vero e proprio sistema di "sorveglianza" su coppia separata del sistema, in collegamenti che interessano fasci di maggiori capacità: le coppie simmetriche di servizio del coassialino ridotto oggi in via di definizione, risulteranno particolarmente adatte a questo scopo.

« Chiude il secondo gruppo la *memoria* B.e.05 di Beneventi-Davalli dal titolo *Installazione sperimentale di un sistema trasmissivo in PCM a 120 canali su supporto metallico e su ponte radio,* che riferisce su un sistema predisposto per l'esercizio sull'area urbana di Bologna della SIP.

« Premessa l'opportunità di disporre di sistemi PCM a media capacità — ottenuta per modulazione diretta per il conseguimento di quella economia particolarmente sentita nell'impiego urbano — gli Autori descrivono in sintesi l'applicazione del sistema in un collegamento sperimentale urbano sia su cavo che su ponte radio.

« Il primo consiste nel trasmettere le informazioni uscenti dal sistema 120 canali, in quattro vie separate, al ritmo corrispondente a 30 canali: la suddivisione viene effettuata distribuendo a due a due gli impulsi relativi ad ogni canale.

« Ogni stazione ripetitrice è formata da 4 ripetitori bidirezionali con un unico circuito di temporizzazione, alimentato contemporaneamente dalle 4 vie di trasmissione. Questa particolarità permette una diminuzione della oscillazione di fase (« jitter ») grazie al contributo energetico assai elevato che il circuito di temporizzazione ha a disposizione.

« Viene richiamata l'attenzione sui disturbi provenienti dalla alimentazione dei terminali — disturbi gravosi data l'alta velocità di funzionamento — che l'adozione di alimentatori altamente stabilizzati riesce a contenere.

« Il collegamento ponte radio, a modulazione di frequenza nella gamma degli 11 GHz, supera le due tratte dell'impianto di 1,8 e 2,5 km rispettivamente.

« La modesta sensibilità del PCM agli effetti di rumore e di linearità ha permesso l'eliminazione dei circuiti di enfasi e di linearizzazione del modulatore.

« Viene poi accennato il problema dei disturbi impulsivi dovuti, ad esempio, all'alimentazione del modulatore a Klystron: prove durante l'installazione hanno permesso di definire un rapporto segnale/rumore sui 20 dB per avere i necessari margini di sicurezza.

« Gli Autori concludono che sono attualmente in prova 30 dei 120 canali e che essi vengono scambiati alternativamente tra i due portanti: è presto per dare una valutazione definitiva, ma i primi risultati non hanno dato luogo ad inconvenienti di rilievo.

TEMA B
COMUNICAZIONI CONTINENTALI A MEDIA E BREVE DISTANZA (FINO A 2 500 km)

Gruppo f) *Trasmissione di elementi digitali*

Relatore: A. Vighi

ALLEGATO Y1

« Gli ingg. R. Capurso - F. Galli e G. Montanari della Direzione Produzione e Trasmissione Settore Telecomunicazioni ENEL - Roma - nella loro *memoria* B.f.01, *Studio delle caratteristiche tecniche di un moderno impianto di trasmissione dati, raccolti presso nodi di una grande rete elettrica, destinati all'allacciamento di elaboratori,* illustrano diffusamente le ragioni che portano a certe scelte nella rilevazione, trasmissione ed elaborazione dei dati. Molto opportunamente gli Autori mettono in evidenza che le soluzioni adottate, e questo vale per ogni campo possibile, dipendono dalle necessità che scaturiscono da determinati servizi che si vogliono ottenere; in altre parole certe soluzioni previste per l'ENEL la quale gestisce impianti di distribuzione di energia elettrica non è detto possano essere adottate per altri Enti o Aziende. La chiara conoscenza dei compiti di esercizio, come fatto rimarcare dagli Autori nelle generalità, è la premessa per qualsiasi studio che voglia costituire un sistema per gestire il servizio trasmettendo ed elaborando i dati rilevati sugli impianti.

« I problemi della rilevazione, della trasmissione e della elaborazione vengono affrontati con conoscenza dagli Autori, i quali scartando certe soluzioni ne propongono altre. Senza voler riassumere quanto scritto nella memoria cui però si rimanda qualsiasi studioso di siffatti problemi si desidera porre agli Autori alcune domande. Quando essi parlano della precisione delle misure destinate all'ottimazione del servizio, essi reputano opportuno non ricorrere alla interrogazione ciclica bensì a quella centripeta continua delle informazioni. È possibile chiarire quantitativamente il valore di tempo necessario perchè vi sia contemporaneità delle informazioni?

« Gli Autori inoltre potrebbero esaminare i vantaggi e l'opportunità dell'impiego, nella fase di prelievo dell'informazione, di metodi di compressione numerica o di riduzione della ridondanza.

ALLEGATO Y2

« Il dottor Braito e l'ing. G. Torre dell'ENEL sono gli Autori della seconda *memoria,* B.f.02, *Trasmissione dati relativi al "Programma" giornaliero del centro dispacciamento nazionale ENEL.* Gli Autori dopo aver illustrato una serie di tabulati e rappresentazioni grafiche preparate presso il Centro Dispacciamento Nazionale ENEL per i piani di produzione del giorno successivo e aver parlato della elaborazione manuale dei dati inviati telefonicamente o via telex dai singoli compartimenti e del conseguente dispendio di tempo, passano ad illustrare la stessa elaborazione eseguita tramite il calcolatore elettronico. Il passaggio da quattro ore necessarie per la elaborazione manuale a 8 minuti con l'uso del calcolatore mette in luce ancora una volta l'utilità di tali mezzi ed il risparmio che essi introducono nella gestione di una Azienda.

« Gli Autori affrontano il problema della correzione degli errori dovuti, nella nuova procedura adottante per la trasmissione dei dati il sistema telex, alle seguenti possibili cause:

— battitura del messaggio;
— lettura;
— trasmissione;
— perforazione;
— conversione;

e si soffermano sugli errori dovuti alla battitura del messaggio e alla loro trasmissione trascurando gli altri o perchè rari o facilmente rilevabili (come quelli sistematici).

(« Il metodo usato si avvale di un programma posto in ricezione su un calcolatore elettronico il quale prevede, rileva e corregge errori verificatisi in certe condizioni.

« Poichè dalla tabella riportata in fondo alla memoria si riscontra che gli errori rilevati e non corretti sono in trasmissione circa il 60 % degli errori totali rilevati in linea, si chiede agli Autori se si dichiarano soddisfatti di questi risultati oppure se pensano di migliorare il programma rendendolo più sofisticato per correggere un maggior numero di errori, specialmente potendo disporre di un mezzo potente quale il calcolatore elettronico IBM 360/50.

« La *memoria* B.f.03, *Esame comparativo di alcuni tipi di organizzazione della trasmissione dei dati* è del dottor D. Braito e dell'ing. M. Fiorina della Direzione Studi e Ricerche Centro Ricerche di Automatica dell'ENEL.

« In essa gli Autori esaminano alcuni tipi di trasmissione dati fra terminali con utilizzazione della tecnica di ripetizione dei blocchi errati. Il confronto riguarda alcuni metodi utilizzati nella trasmissione:

— la banda utilizzata viene divisa in due canali, uno dei quali viene usato per la trasmissione e l'altro per il segnale di consenso;
— il segnale di consenso per ciascun messaggio ricevuto viene inviato dopo avere commutato il verso di trasmissione;
— tutti i messaggi vengono trasmessi e solo alla fine vengono segnalati quelli errati.

« Viene infine calcolata l'influenza della lunghezza dei blocchi sul tasso di errore e sulla effettiva velocità di trasmissione e vengono all'uopo utilizzati i risultati di una prova a 2 400 baud effettuata su un impianto ad onde convogliate.

« La lettura della memoria porta alla formulazione di alcune domande.

« Nel calcolo di $R_1 = T_1/T_1$ non è risultato chiaro se i modem utilizzati siano a due o più livelli.

« Maggiori schiarimenti ed informazioni sulle ipotesi che sono state poste alla base del calcolo dell'influenza della lunghezza dei messaggi sulla durata della trasmissione, sarebbero necessari per mettere il lettore in condizioni di affrontare facilmente tale argomento.

« Le conclusioni a cui gli Autori sono pervenuti hanno trovato ampia convalida nei risultati?

ALLEGATO Y3

« Gli ingg. B. Mascoli e M. Bufalini della Direzione Generale SIP nella loro *memoria,* B.f.04, *La trasmissione dati sulla rete telefonica in relazione all'impiego di velocità sempre più elevate,* illustrano, con l'ausilio di prove ed esperienze, come i requisiti neces-

sari per realizzare trasmissione dati ad alta velocità, più elevate di quelle normalmente impiegate, possano ottenersi facilmente in normali circuiti con eventuali opportuni aggiustamenti da eseguirsi all'atto della messa in servizio e con l'adeguamento delle tecniche di manutenzione.

« Gli Autori dopo aver esaminato alcune delle caratteristiche dei collegamenti urbani quali ad esempio la distorsione limite di ampiezza e aver richiamato l'avviso M. 89 del CCITT rendono noto il risultato di misure effettuate a diverse velocità concludendo positivamente circa la bontà dei circuiti stessi. Gli Autori annunciano che durante il Congresso AEI potranno dare ancora ragguagli su misure attualmente in corso. Essi passano poi ad esaminare le caratteristiche dei collegamenti interurbani e rendono noti risultati di misure effettuate trasmettendo dati a velocità diverse.

« Gli Autori dovrebbero illustrare maggiormente il valore dei risultati ottenuti con le misure effettuate poichè essi stessi insistono sul loro valore non *statico*. Inoltre riferendosi a circuiti interurbani costituiti da ponti radio a più fasci, muniti di scambio automatico, essi asseriscono che l'inconveniente di un eccessivo basso livello viene eliminato con lo scambio stesso; si chiede loro di precisare gli effetti che il tempo di scambio provoca sulla trasmissione dati.

« Gli Autori passano poi ad esaminare i circuiti a larga banda e il problema dei collegamenti necessari tra le centrali amplificatrici e l'utente illustrando delle soluzioni e facendo alcune considerazioni sui modem per trasmissione dati da utilizzare su collegamenti in gruppo primario.

« Come accennato nella memoria gli apparati per trasmissioni a 48 kbit/s non sono ancora disponibili in Italia ma si spera che a distanza di tempo, cioè durante lo svolgimento del Congresso, si possano conoscere risultati di prove che presumo eseguite in comune con l'Istituto Superiore delle Poste e delle Telecomunicazioni e con l'Azienda di Stato per i Servizi Telefonici.

« Si potrebbe far rilevare agli Autori che le conclusioni relative al problema delle code urbane risultano forse un po' ottimistiche alla luce delle preoccupazioni dei tecnici della Bell (Doc. CCITT speciale A 186).

« Gli ingg. M. Aiminio - D. Braito - M. Fiorina e G. Starace della Direzione Studi e Ricerche - Centro Ricerche d'Automatica dell'ENEL nella loro *memoria*, B.f.05, *Esame di alcuni tipi di modem per trasmissione dati ad alta velocità in banda fonica*, esaminano vari tipi di modem e ne confrontano le varie tecniche di modulazione e demodulazione in essi adottate con una descrizione piana e semplice che data l'importanza dell'argomento sarebbe bene fosse maggiormente dettagliata per consentire al lettore un maggiore approfondimento sui vari tipi di modem descritti.

« Viene quindi affrontato dagli Autori il problema delle prove da effettuarsi in laboratorio ed in linea per ottenere dei risultati pratici sulle prestazioni dei modem. Nelle prove di laboratorio però sarebbe stato bene comprendere anche una simulazione di un canale in condizioni anomale con disturbi impulsivi, variazioni brusche di livello ecc. per permettere di ottenere risultati con prove di tipo dinamico. Le prove in esercizio dovrebbero dare, oltre che informazioni sul tasso di errore, anche sulla distribuzione degli errori stessi al fine di poter procedere alla scelta di un codice opportuno.

« Gli Autori potranno dire qualcosa circa le loro esperienze sicuramente effettuate in proposito.

« *Memoria* B.f.06, *Analisi dell'influenza sulla trasmissione dati di vari tipi di rumore di una rete telefonica a commutazione automatica* dell'ing. F. Santià del CSELT (Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni del Gruppo STET).

« L'Autore illustra l'analisi, eseguita presso il CSELT, delle principali cause dei rumori impulsivi e le loro conseguenze sulla trasmissione dei dati. La dinamica delle varie cause di disturbo è decisamente interessante e viene messo in evidenza quali di questi disturbi siano dovuti a vecchie centrali e quali no.

« L'Autore illustra anche quali siano le soluzioni per ovviare agli inconvenienti, particolarmente nel caso di centrali di vecchio tipo; ad esempio con opportuna scelta degli istradamenti si può risolvere il problema delle microinterruzioni degli organi delle vecchie centrali.

« Forse una maggiore caratterizzazione quantitativa avrebbe notevolmente giovato al lavoro presentato. A mio parere un logico complemento alle prove eseguite in laboratorio è la prosecuzione di esse su circuiti reali con l'intervento di centrali urbane e code d'abbonato per verificare se le condizioni simulate, contengano le principali cause di disturbo o non ve ne siano in pratica altre tenendo presente anche i risultati di altri esperimenti.

« L'ing. R. Pallari dell'Istituto di Elettrotecnica della Facoltà di Ingegneria di Roma nella sua *memoria* B.f.07 parla del *Formato dei messaggi digitali nelle comunicazioni a media e breve distanza*, mettendo in risalto le caratteristiche funzionali degli apparati per la trasmissione delle informazioni digitali e le procedure attuate per il loro impiego. L'Autore si sofferma specialmente sulla forma dei messaggi e sulla funzione degli elementi di controllo a comando che sempre accompagnano i messaggi stessi. Parte della memoria tratta infine della rilevazione e correzione degli errori. Proprio per la chiarezza di esposizione usata, l'Autore avrebbe potuto fornire una serie di esempi illustrativi che sarebbero stati decisamente utili al lettore. Un cenno anche a nuove soluzioni per i codici per il controllo dell'errore (convoluzionali) avrebbe maggiormente completato la rassegna fatta.

ALLEGATO Y4

« L'ing. A. Tamburrini della IBM - Italia, nella sua *memoria* B.f.08, *Regolazione automatica dei blocchi nella trasmissione dei dati*, tratta di un problema molto importante collegato al controllo di errore realizzato mediante rivelazione dell'errore e ritrasmissione dell'informazione ritenuta errata. L'Autore imposta la soluzione della scelta della lunghezza ottima per il blocco dei simboli binari su cui effettua il controllo partendo dalle "curve di rendimento a priori", la cui individuazione è legata alle caratteristiche del sistema (hardware e software) di trasmissione, e non tiene conto del suo comportamento effettivo e dalle curve di "rendimento a posteriori" che sintetizzano il vero comportamento del canale. Giunge a far calcolare dall'elaboratore durante la trasmissione, e con le formule da lui proposte, la lunghezza ottima dei blocchi in funzione del variato comportamento della linea.

« Il metodo è suggestivo ma si vorrebbe sapere entro quali limiti si pensa di avere convenienza economica ad adottarlo; esso richiede, tra l'altro, la necessaria disponibilità di più codificatori e decodificatori binari per il controllo dell'errore.

« Inoltre si vorrebbe sapere dall'Autore:

— l'influenza che hanno sulle curve di "rendimento a priori" il tasso e il modello di errore attribuito al canale in esame;

— maggiori informazioni sui limiti dell'analisi che consente di attribuire alle "curve di rendimento a posteriori" l'andamento indicato;

— a quale modello di canale telefonico è più adatta la trattazione effettuata e quali siano i suoi limiti;

— come viene modificato il controllo dell'errore nell'allungamento e nell'accorciamento dei blocchi; si pensa di mantenere costante il numero di simboli o no?; in quale modo si pensa di modificare il polinomio generatore del codice in modo che, anche cambiando la lunghezza del blocco, vengano sempre usati codici aventi la stessa efficienza?

ALLEGATO Y5

« L'ing. R. Fassino dell'Ufficio Studi della Ditta A.E.T. di Torino nella sua *memoria* B.f.09, *Impiego di amplificatori ad impedenza negativa sui circuiti per trasmissione dati*, prende in esame le distorsioni di fase e di ampiezza relative a circuiti telefonici in cavo e la loro possibile correzione mediante amplificatori ad impedenza negativa.

« L'indagine ha particolare interesse in quanto le misure eseguite tendono ad indagare un particolare sistema per migliorare le prestazioni delle code urbane che nel collegamento completo di trasmissione dati hanno un peso determinante.

« Nelle conclusioni l'Autore afferma che l'uso dell'amplificatore ad impedenza negativa presenta per la trasmissione dati una utilità del tutto paragonabile a quella presentata per i circuiti vocali; ciò però sarebbe maggiormente accettabile se l'indagine fosse completata adottando come metro di giudizio il comportamento di una grandezza più valida quale il tasso di errore in assenza e presenza di altre condizioni anomale di trasmissione (ad es. disturbi impulsivi).

« L'ing. O. Bertoni e F. Vagliani della Società "Telettra" nella loro *memoria* B.f.10, *Trasmissione numerica multilivello su canale telefonico con modemodulazione VSB ed equalizzazione automatica numerica*, descrivono una interessante realizzazione sperimentale di tale sistema di modulazione e demodulazione di cui riportano lo schema a blocchi e ne descrivono le caratteristiche. Pure di estremo interesse è la versione completamente numerica dell'equalizzatore, attuato con tecniche principalmente analogiche, nei laboratori Bell. La realizzazione sperimentale dell'equalizzatore numerico che risulta alquanto onerosa con le attuali tecnologie, a detta degli Autori stessi,

potrà avere uno sviluppo a causa della tecnologia LSI (Large Scale Integration). La descrizione delle realizzazioni eseguite è preceduta da alcuni richiami sulla possibilità di trasmettere un certo numero di simboli/secondo tramite un canale di una data larghezza di banda e sulla convenienza di utilizzare, secondo le velocità di trasmissioni, segnali "binari" o "multilivello". Poichè la realizzazione sperimentale del modemodulatore adotta un segnale polare multilivello in banda base con modulazione VSBSC gli Autori si soffermano illustrando le caratteristiche del segnale polare medesimo. Esso, essendo costituito da una successione di impulsi (simboli), affini fra loro, e con più ampiezze distinte, costituisce un segnale PAM (modulazioni di impulsi in ampiezza).

« Una maggiore diluizione degli argomenti trattati renderebbe di più facile lettura una memoria tanto interessante.

TEMA B
COMUNICAZIONI CONTINENTALI
A MEDIA E BREVE DISTANZA (FINO A 2 500 km)

Gruppo g) *Misure, controlli, manutenzione.*

Relatore: S. NORDIO

ALLEGATO Z1

« Le memorie che ho l'incarico di presentare si riconducono tutte al problema fondamentale dell'esercizio degli impianti telefonici: come tenere sotto controllo la qualità del servizio che viene offerto all'utenza ed in quale modo operare affinchè entro ragionevoli limiti di costo detta qualità del servizio risulti la più alta possibile.

« In vista di tale obiettivo vengono esposte ed analizzate le tecniche più avanzate e moderne nel campo della manutenzione e dei mezzi di controllo per quel che riguarda gli autocommutatori, le apparecchiature di trasmissione e le reti. Il costante progresso tecnologico consente all'industria la realizzazione di mezzi sempre più perfezionati, ma insieme impone a chi li utilizza l'adozione di criteri che consentano uno sfruttamento completo delle elevate prestazioni che le apparecchiature sono in grado di offrire.

« Allo scopo di facilitare la discussione delle memorie, queste sono state suddivise nei seguenti gruppi.

1) Metodologia ed apparecchiature con cui vengono affrontati i problemi collegati con la sempre maggiore concentrazione del personale di manutenzione; gli impianti devono poter venire controllati a distanza in modo che l'intervento, quando è necessario, venga effettuato tempestivamente dal personale adatto e provvisto dei mezzi adatti.

« A questo gruppo appartengono:

— la *memoria* B.g.06 degli ingg. D'URSO - GATTI - CASALINI (telesegnali e teleinformatori);

— la *memoria* B.g.08 del sig. RIGHINI ed ing. TIBERI (apparecchiature di telesorveglianza a circuiti integrati);

— la *memoria* B.g.07 degli ingg. SEMPRINI - FORNACIARI (prova a distanza degli impianti di abbonato);

— la *memoria* B.g.04 degli ingg. CITROLI - MALDARELLI - RAIMONDI (manutenzione degli impianti di trasmissione).

2) Dispositivi per il controllo della qualità dei collegamenti nell'ambito urbano ed interurbano, e criteri secondo cui essi vengono impiegati.

« A questo gruppo appartengono:

— la *memoria* B.g.02 degli ingg. PAPA - BOSIO (controllo statistico di qualità nelle centrali urbane);

— la *memoria* B.g.01 degli ingg. SEMPRINI - D'URSO (macchine per chiamate automatiche urbane e teleselettive).

3) Problemi particolari di manutenzione e soluzioni proposte.

« A questo gruppo appartengono:

— la *memoria* B.g.05 dell'ing. FUCINI (corrosione dei cavi sotterranei);

— la *memoria* B.g.03 dell'ing. MONTAGUTI (controllo ciclico dei supergruppi).

« Passiamo ora brevemente in rassegna le singole memorie per dare, su ciascuna, qualche notizia più particolareggiata.

B.g.06 M. D'URSO - S. M. GATTI - A. CASALINI: *La informazione nella manutenzione (telesegnali, teleinformatori).*

« Dopo una premessa in cui si ribadisce un concetto già espresso in altre memorie, e cioè come l'aumento e la dispersione degli impianti telefonici sul territorio nazionale unitamente all'accresciuta complessità degli stessi determini l'evoluzione dei criteri che ispirano la manutenzione, gli Autori esaminano le prospettive che vengono offerte dall'accentramento delle segnalazioni d'allarme presso i centri presidiati dai quali la manutenzione viene coordinata e diretta. Si illustrano quindi i criteri adottati nella scelta delle informazioni da portare al centro, nel progetto del sistema di trasmissione cui affidare tali informazioni e nella tecnica costruttiva.

« Viene infine descritto un esempio concreto in fase di realizzazione sperimentale in alcuni distretti della SIP. In base ai risultati del primo periodo di applicazione si conta di estendere tali criteri all'intero territorio nazionale.

B.g.08 P. RIGHINI - M. A. TIBERI: *Apparecchiature di telesorveglianza di piccola e media potenzialità con circuiti integrati.*

« Gli Autori analizzano i vantaggi conseguenti all'applicazione dei circuiti integrati rispetto ai componenti tradizionali, sia per la diminuzione del numero dei componenti di una circuitazione complessa, sia per l'elevato fattore di affidamento che tale tecnologia consente, sia per la notevole riduzione di volume degli apparati.

« Anche l'aspetto economico conferma la validità di tale impostazione essendo fra l'altro possibile in sede di progetto effettuare un facile confronto fra i costi delle diverse soluzioni circuitali prese in esame e quindi scegliere la più conveniente. I vantaggi offerti dall'impiego dei circuiti integrati sono stati sfruttati nella realizzazione di sistemi di telesorveglianza, costituiti da multiplex a divisione di tempo, atti alla trasmissione di informazioni binarie. Gli Autori prendono in esame alcuni tipi di dispositivi realizzati dalla A.E.T., e ne illustrano le particolarità costruttive e le prestazioni.

ALLEGATO Z2

B.g.07 P. SEMPRINI - A. FORNACIARI: *Dispositivo per la prova a distanza (DPD) degli impianti degli abbonati al servizio telefonico.*

« Gli Autori analizzano la profonda trasformazione subita negli ultimi anni dalla rete telefonica italiana che si va estendendo sempre più capillarmente nelle zone a bassa densità di utenza. Tale fenomeno comporta notevoli problemi tecnici ed economici in relazione al rapporto fra qualità del servizio offerto e costi di manutenzione. Una delle componenti più gravose, in questo campo, è costituita dalla riparazione dei guasti d'abbonato. Infatti la prova della linea, necessaria per accertare il guasto e decidere il tipo di intervento, è possibile solo quando essa fa capo ad una centrale presidiata; negli altri casi è necessario che degli operai si rechino ad effettuare le prove sul posto, anche se il loro intervento risulta poi inutile perchè il guasto è inesistente, o l'abbonato assente, o la riparazione di competenza di altri specialisti.

« Tale grave inconveniente viene eliminato dall'adozione di opportune apparecchiature (DPD) che consentono la prova strumentale dei collegamenti d'abbonato periferici: esse vengono raggiunte dall'operatore del tavolo prova attraverso la normale rete di teleselezione come un qualsiasi altro utente, ed effettuando automaticamente le operazioni di controllo previste.

« La pratica applicazione di questo dispositivo presuppone la adozione di un "linguaggio" comune alle varie tecniche di commutazione, con l'impiego di frequenze nella banda di trasmissione telefonica; è così possibile che ogni DPD venga raggiunto da un qualsiasi tavolo prova con il vantaggio che la sorveglianza può venire trasferita da un centro ad un altro in caso di variazione del carico di lavoro o necessità di concentrazione. Nella memoria gli Autori illustrano le caratteristiche dell'apparecchiatura realizzata dai tecnici della SIP in collaborazione con le Case costruttrici e concludono con considerazioni tecnico-economiche sull'opportunità della sua adozione.

B.g.04 M. CITROLI - C. MALDARELLI - A. RAIMONDI: *Indirizzi nella manutenzione degli impianti telefonici di trasmissione.*

« Gli Autori sulla base di considerazioni di ordine tecnico-economico esaminano l'organizzazione attuale della manutenzione delle apparecchiature di trasmissione, e le prospettive che si aprono in futuro con l'adozione di nuovi dispositivi e criteri. In particolare viene posto l'accento sul vantaggio di un impiego estensivo della regolazione automatica di livello, e di macchine di chiamata automatica dotate del dispositivo per le prove dell'equivalente e del rumore.

ALLEGATO Z3

B.g.02 F. PAPA - G. BOSIO: *Due strumenti del CSQ, i piani di campionamento sequenziali e le carte di controllo quali criteri della manutenzione delle centrali telefoniche.*

« Gli Autori illustrano i criteri secondo cui, nella seconda e terza Zona SIP, sono utilizzati i dati forniti dalle macchine di chiamata automatica (MCA) allo scopo di controllare la qualità del servizio negli autocommutatori urbani. La MCA, come noto, è una mac-

china che genera traffico artificiale, registrando per ogni connessione le eventuali anomalie riscontrate.

« Il sistema che prevede l'impiego dei piani di campionamento sequenziale valuta la qualità del servizio mediante l'indice di disservizio (P_{MC}) che esprime la percentuale di chiamate risultate irregolari, per cause interne alle centrali, rispetto al totale delle chiamate controllate. Nella rilevazione del P_{MC} i guasti riscontrati dalla MCA non vengono riparati, e quindi per tutta la durata del campionamento il dispositivo si pone nelle stesse condizioni di un utente che, nello stesso periodo di tempo, si accingesse ad effettuare una comunicazione dal proprio apparecchio.

« In base al piano di campionamento scelto (e quindi in base a certi prefissati rischi d'errore ed alla qualità che si considera accettabile) dopo un certo numero di prove si è in grado di esprimere un giudizio qualitativo sulla bontà del servizio. Gli Autori fanno notare a questo proposito come il numero di prove necessario per giungere ad una decisione, pur variando di volta in volta, è comunque inferiore come media a quello che si avrebbe nel caso di campionamento semplice.

« Qualora il giudizio sulla qualità del servizio risulti negativo (rifiuto del lotto) la MCA viene usata, secondo prefissati criteri, per la ricerca dei guasti, al fine di riportare la qualità ai valori desiderati.

« Il metodo che impiega la carta di Shewhart o di Controllo per variabili, utilizza le indicazioni della MCA per costruirsi dei campioni formati da 5 sottocampioni di 100 chiamate l'uno. I risultati vengono riportati su di un grafico, che fornisce l'andamento del valore medio dell'indice di disservizio, ed insieme la variazione, cioè la differenza fra il massimo ed il minimo valore; questa consente di valutare la variabilità del processo e quindi l'attendibilità della prima indicazione.

« Il metodo consente una valutazione quantitativa della qualità del servizio offerto all'utente; va notato però che è previsto di riparare i guasti mano a mano che essi vengono riscontrati, e quindi l'indice che ne risulta è un indice corretto (P_{MCC}) e pertanto non va interpretato come il medesimo che, in analoghe condizioni, verrebbe riscontrato dall'utente.

B.g.01 P. Semprini - M. D'Urso: *Macchina per chiamate automatiche urbane e teleselettive (MCA/TS).*

« Gli Autori prendono dapprima in considerazione le ragioni tecnico-economiche che hanno imposto una evoluzione delle metodologie di manutenzione e che hanno condotto alla realizzazione di una macchina in grado di generare e controllare traffico artificiale urbano e teleselettivo. Dopo aver enumerato i criteri che sono stati tenuti presenti nel progetto della macchina, e le sue finalità di impiego, essi descrivono ed analizzano le operazioni che vengono effettuate e le fasi controllate in ogni connessione, sia per le chiamate urbane che per quelle teleselettive.

« Nei collegamenti teleselettivi la MCA/TS, al fine di evitare costose linee di ritorno, raggiunge un dispositivo di risposta automatica (DRA) che, oltre a numerose altre verifiche, controlla l'equivalente prima nel senso da DRA verso MCA/TS e poi in senso inverso. È prevista la possibilità di restringere il controllo dell'equivalente alle sole linee, escludendo per quanto possibile gli organi di commutazione, ed anche di effettuarle in modo sistematico anzichè casuale.

« Un altro punto su cui gli Autori insistono è il controllo del rumore distinguendo in esso due contributi: il rumore ad andamento uniforme, dovuto agli apparati di trasmissione, ed il rumore impulsivo, originato negli autocommutatori. La memoria è corredata dai dati sperimentali ricavati da un prototipo MCA/TS messo in opera nel Centro Distretto di Rimini per chiamate teleselettive verso altri CD.

ALLEGATO Z4

B.g.05 E. Fucini: *Un particolare aspetto della manutenzione della rete interurbana: provvedimenti preventivi e correttivi contro le corrosioni dei cavi sotterranei.*

« Data l'elevata incidenza che i cavi sotterranei rappresentano nel capitale investito per realizzare i collegamenti interurbani, la loro manutenzione assume una grande rilevanza. In particolare la integrità della guaina è il presupposto per l'efficienza dei circuiti interurbani in cavo. L'Autore esamina i criteri di manutenzione per quel che riguarda la corrosione e distingue due tipi di provvedimenti: preventivi e correttivi. Ai primi appartiene la protezione passiva, costituita dal rivestimento plastico dei cavi attuali posto sopra la guaina metallica. A questo proposito sono riportati i risultati delle prove eseguite presso il Laboratorio Elettrochimico SIP e le misure di controllo su cavi in opera. Le prove di laboratorio effettuate su spezzoni di cavo immersi in acqua naturale indicano che, in circa 3-4 mesi, il rivestimento plastico subisce mediamente una degradazione di circa 10 volte; la resistenza specifica d'isolamento verso terra della guaina varia infatti a 20 °C da 100 a 10 MΩkm circa, dopo di che, fino a poco meno di due anni — durata delle prove — non si riscontrano più variazioni notevoli. Le misure sui cavi in opera indicano che, oltre al degradamento, il rivestimento plastico subisce per fatti meccanici, scariche elettriche, ecc. danni tali che il valore dell'isolamento verso terra della guaina metallica denuncia la presenza di punti a contatto con il terreno.

« I provvedimenti preventivi si limitano alla scelta del tracciato, quando è possibile, all'individuazione dei punti da controllare e al sezionamento del cavo in tratte opportune, mediante giunti isolanti.

« I provvedimenti correttivi si adottano dopo che è avvenuto il superamento di determinati indici, o quando anche sia già sopravvenuto un guasto per corrosione; in questo caso il Laboratorio Elettrochimico SIP è attrezzato per identificarne la natura (mediante analisi dei prodotti di corrosione della guaina e di campioni del terreno) e fornisce quindi indicazioni suppletive utili nella scelta del provvedimento da adottare. L'Autore si sofferma infine sul drenaggio in presenza di corrente alternata, sul calcolo degli alimentatori catodici, e sui problemi dovuti alla coesistenza di più protezioni nella medesima zona ed alla loro conseguente reciproca interferenza.

B.g.03 C. Montaguti: *Circuiti integrati e memorie magnetiche per un sistema di controllo ciclico allo stato solido.*

« La memoria descrive un sistema di controllo ciclico di gruppo allo stato solido: le variazioni di livello delle frequenze pilota di gruppo (primario o secondario), rispetto al valore nominale, forniscono un comando ad un sistema di regolazione in modo da riportare l'attenuazione dell'intero circuito al valore stabilito.

« Ragioni di economia impongono l'adozione di sistemi di controllo di tipo ciclico: un unico sistema di estrazione e confronto è connesso ciclicamente ai vari gruppi e fornisce (sempre ciclicamente) il comando di regolazione. L'organo di regolazione deve assolvere due funzioni fondamentali: regolare il livello d'uscita del gruppo secondo le indicazioni fornite dall'organo di confronto, e mantenere la situazione inalterata per tutto il tempo durante il quale l'organo di confronto è connesso agli altri gruppi. Quest'ultima è una tipica funzione di memoria.

« I sistemi per realizzare l'organo di regolazione e di memoria possono essere o elettromeccanico od elettronico, e la scelta non è facile, dato che vi è anche il problema di assicurare la memorizzazione nel caso di mancanza rete, cosa che costringe ad associare ai bistabili anche delle memorie a nucleo di ferrite. L'Autore espone le ragioni per cui fra una soluzione elettromeccanica ed una allo stato solido è preferibile quest'ultima, purchè sia a circuiti integrati; alla fine descrive una unità di regolazione e di memoria realizzata sulla base di questi principi.

Autorizzazione del Tribunale di Milano 28 agosto 1948, N. 394 e 395 del registro
Direttore responsabile: il Direttore editoriale, Ing. Cesare Redaelli
Proprietario: Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana
Tipografia: Industrie Grafiche Ital. Stucchi - Via Salomone, 61 - Milano 1968

Direzione, Redazione, Ufficio Pubblicità e Amministrazione: Ufficio Centrale AEI-CEI - via San Paolo, 10 - 20121 Milano - *Conto Corrente Postale* 3/1189 - Milano - *Telegrammi:* Asselita - Milano - *Telefono:* 706.745.
Il Supplemento viene inviato gratuitamente ai Soci e abbonati che ricevono la rivista. - *Fascicoli separati:* in Italia L. 250, all'Estero L. 300.
Abbonamento al solo Supplemento: in Italia L. 2500, all'Estero L. 3000.
È vietato riprodurre articoli della presente rivista senza citarne la fonte. - Gli scritti dei singoli Autori non impegnano la Redazione; sia quelli degli Autori sia quelli della Redazione non impegnano l'AEI - I manoscritti non si restituiscono.
Pubblicazione mensile - Spedizione in abbonamento postale gruppo III.